Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 9670359
Centre d'intérêt: 874

Gill, Gurbax S.

Technologie et mécanique / Gurbax S. Gill. -- Saint-Laurent : Etudes vivantes, c1986.
116 p. : fig., plans ; 28 cm. -- (Je fais et j'apprends)

ISBN 2-7607-0277-4

Descripteur(s): Techniques physiques * Technologie * Manuel programmé * Cahier d'exercices * Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Mécanique

L'objectif de ce manuel programmé, qui contient aussi de nombreux exercices, est d'amener l'élève, en huit leçons, à construire une maquette qui représente le mécanisme d'un moteur à explosion à quatre temps. La première leçon veut amener l'élève à comprendre la démarche logique permettant la conception et la réalisation d'un objet technique et à identifier certains objets comportant des mécanismes. La deuxième leçon présente la méthodologie générale et le principe de l'explosion. Les six dernières leçons présentent les étapes de fabrication de la maquette: 1. système piston-cylindre; 2. système bielle-villebrequin-volant; 3. soupapes; 4. système engrenage-cames; 5. système tiges de poussoirs-culbuteurs; 6. système d'allumage.

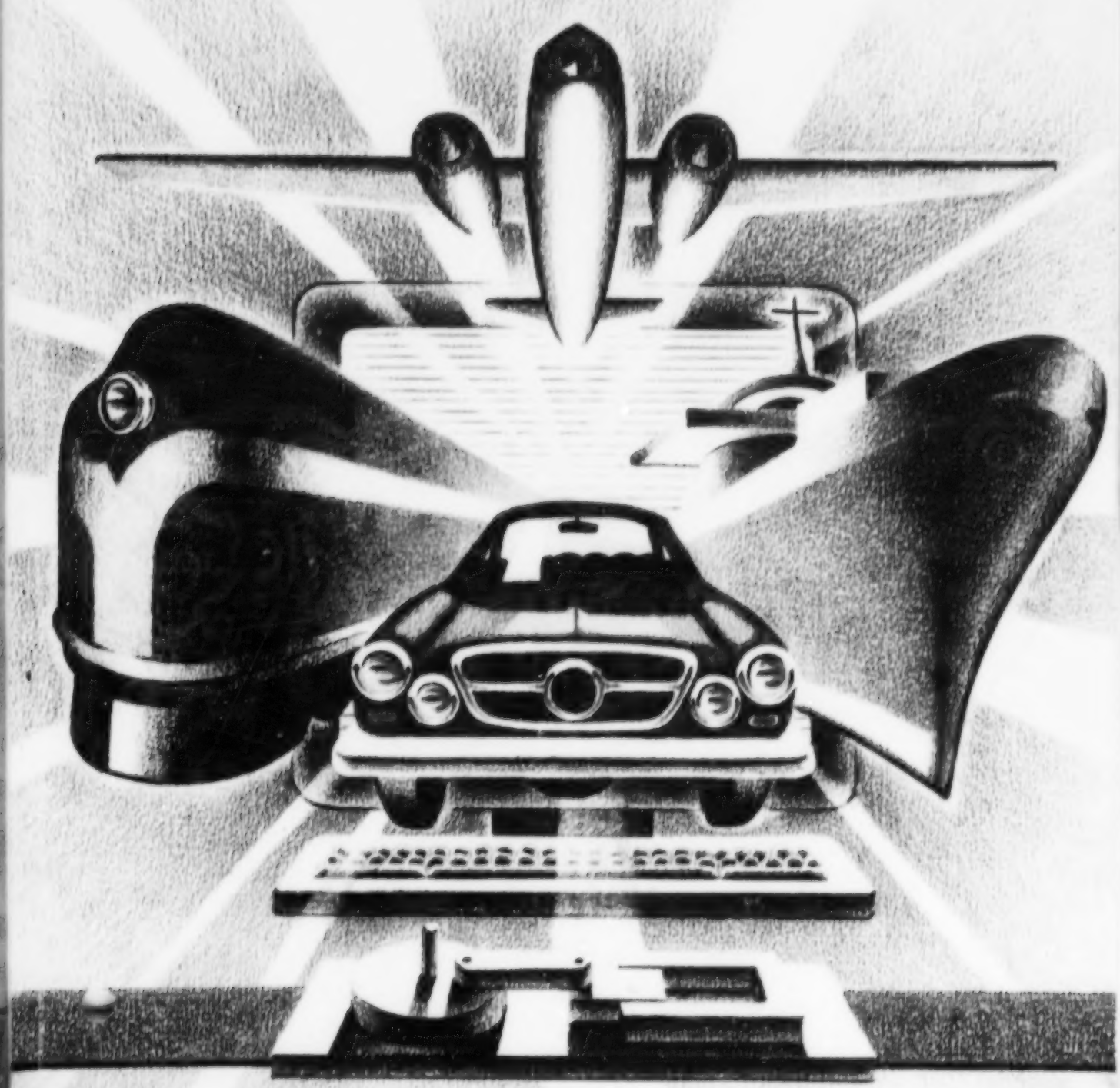
Type de document: d

EDUQ 8670359

Collection JE FAIS ET J'APPRENDS

TECHNOLOGIE ET MÉCANIQUE

GURBAX S. GILL
PPMEP Université Laval



Éditions Études Vivantes

EDUQ 8670359

Collection JE FAIS ET J'APPRENDS

TECHNOLOGIE ET MÉCANIQUE

GURBAX S. GILL

Éditions Études Vivantes

Technologie et mécanique
Collection Je fais et j'apprends
Auteur: Gurbax S. Gill
Conception graphique et illustrations: Philippe Hébert
Maquette de la couverture: Philippe Hébert, d'après une conception originale de Pascal Gill
Révision: Jean-Claude Poupard

© Éditions Études Vivantes, Montréal, 1986

Éditions Études Vivantes
6700, chemin Côte de Liesse
Saint-Laurent (Québec) Canada
H4T 1E3

ISBN 2-7607-0277-4

Dépôt légal 2e trimestre 1986
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

Toute reproduction en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, est strictement interdite en vertu de la loi sur les droits d'auteur.

Imprimé au Canada
1 2 3 4 5 90 89 88 87 86

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention du ministère de l'Éducation du Québec au Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel (PPMEP) de l'Université Laval.

Composition: Dubord Photo-Composition Inc.
Photolithographie: Imprimerie Gagné Ltée
Impression: Imprimerie Gagné Ltée
80, av. Saint-Martin
Louiseville (Québec)
J5V 1B4
Reliure: Imprimerie Gagné Ltée
Papier: Rolland Inc.

TABLE DES MATIÈRES

Leçon 1	Présentation du thème	1
Leçon 2	Méthodologie générale et principe de l'explosion	5
Leçon 3	Étape a)	13
Leçon 4	Étape b)	29
Leçon 5	Étape c)	45
Leçon 6	Étape d)	63
Leçon 7	Étape e)	85
Leçon 8	Étape f)	97

Objectif général
À la fin de ce cours, tu devrais pouvoir, en appliquant une démarche logique, concevoir et réaliser un objet technique dans le domaine de la mécanique.

LEÇON 1

Objectif terminal 1
À la fin de cette leçon, tu pourras comprendre la démarche logique et identifier certains objets comportant des mécanismes, dans divers domaines (domestique, loisirs et transports).

DÉMARCHE LOGIQUE

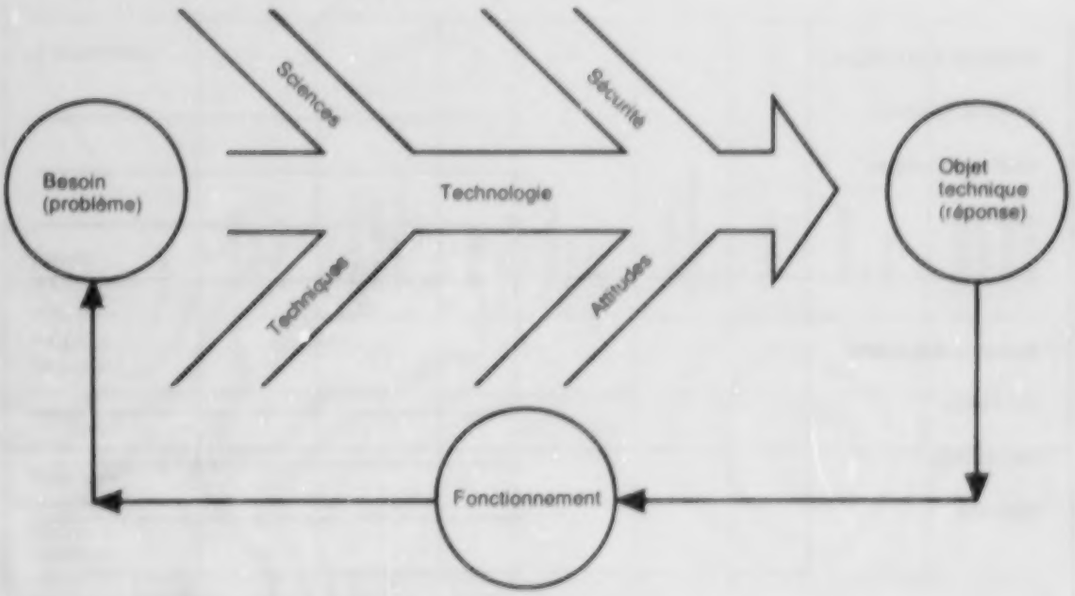


Figure 1.1 Représentation schématique de la démarche logique permettant la conception et la réalisation d'un objet technique.

Pour que tu puisses atteindre l'objectif général de ce cours, tu utiliseras une méthode basée sur le principe simple suivant: « Je fais et j'apprends ». Pour cela, il suffit de choisir un objet technique relié au thème et de le réaliser en plusieurs étapes. Grâce à cette méthode, tu participeras très activement au processus de conception et de réalisation de cet objet technique.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Mécanismes et mécanique

Avant de poursuivre, il te faut d'abord comprendre ce qu'est un mécanisme. Cherche dans ton dictionnaire la définition du mot *mécanisme* et écris-la ci-dessous.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Définition 1.1.

Mécanisme: _____

_____

_____

Voici quelques objets techniques comportant des mécanismes:

— une agrafeuse; — des ciseaux; — un rabot.

Complète les listes ci-dessous avec au moins cinq noms d'objets techniques pour chaque catégorie (tableau 1.1).

Tableau 1.1 Objets techniques comportant des mécanismes.

Domaine domestique	
tondeuse à gazon	_____
souffleuse à neige	_____
aspirateur	_____
_____	_____
Domaine des loisirs	
motoneige	_____
motocyclette	_____
bicyclette	_____
_____	_____
Domaine des transports	
automobile	_____
avion	_____
chariot	_____
_____	_____

Il te faut également savoir ce qu'est la *mécanique*. Pour cela, lis la définition 1.2.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Définition 1.2

Mécanique: science qui étudie les machines (objets techniques) comportant des mécanismes.

L'objectif du thème « La technologie et la mécanique » est de concevoir et de réaliser (sous forme de maquette) un moteur à explosion à quatre temps.

Dans le tableau 1.1, souligne les noms des objets techniques qui comportent un moteur à explosion. Tu peux constater que la plupart des objets techniques utilisent ce type de moteur.

Ensuite, complète le tableau 1.2. Ici, tu constates que le moteur à explosion comporte lui-même plusieurs des mécanismes mentionnés.

N.B.: Le moteur à explosion est l'objet technique le plus utilisé dans toutes les sphères de la vie économique occidentale (voir la section « Historique »).

Tableau 1.2 Les mécanismes dans quelques objets techniques.

Mécanismes* / **Objets techniques**	1 Système piston-cylindre	2 Système manivelle-vilebrequin	3 Bielle	4 Système came-galet	5 Système d'engrenages	6 Culbuteur	7 Système vis-écrou	8 Système chaîne-courroie-poulie
Poignée de porte								
Ciseaux								
Bicyclette								
Moteur à explosion								

*Les chiffres correspondent aux mécanismes numérotés de la figure 1.2.

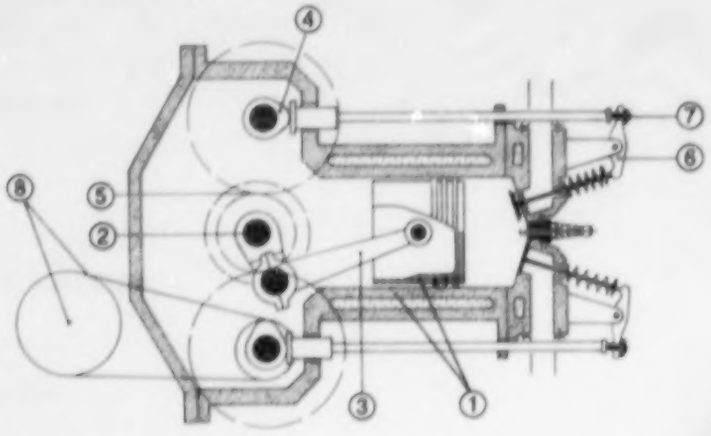


Figure 1.2 Moteur à explosion.
(D'après *Initeq*, vol. **X**, n° **2**, 1985.)

© Éditions Études Vivantes, 1986

HISTORIQUE DE L'AUTOMOBILE

Le tableau 1.3 te fournit certains renseignements utiles à la connaissance du domaine de l'automobile.

Tableau 1.3 Étapes importantes de l'histoire de l'automobile.

Date	Inventeur(s)	Invention
1681	Denis Papin	Première machine à vapeur
1769	Nicolas Cugnot	Premier véhicule automoteur
1854	Barsanti et Matteuci	Moteur au gaz et à l'air
1859	Étienne Lenoir	Premier moteur à combustion interne
1876	Nikolaus Otto	Premier moteur à quatre temps
1890	Henry Ford	Première chaîne de montage

Pour te préparer à aborder la leçon 2, essaie de répondre à la question 1.

1. À combien estimes-tu le nombre d'automobiles en Amérique du Nord (Canada et États-Unis)?

_____

La réponse à cette question montre bien l'importance du moteur à explosion. Que dire alors du nombre d'automobiles dans le monde entier, sans oublier les multiples utilisations de ce type de moteur dans les domaines les plus divers (aviation, navigation, transport ferroviaire, etc.)?

© Éditions Études Vivantes, 1996

LEÇON 2

Objectif terminal 2
À la fin de cette leçon, tu pourras comprendre la planification générale de ce cours, basée sur la démarche logique appliquée à la construction d'une maquette de moteur à explosion interne, et comprendre également les phénomènes d'explosion, d'énergie et de transformations d'énergie.

DÉMARCHE LOGIQUE

Voici la liste des divers points à respecter pour réaliser la maquette du moteur à explosion.

Point 1. Identification du besoin (problème).
Point 2. Réponse au besoin.
Point 3. Établissement des étapes de fabrication de l'objet technique.
Point 4. Apprentissage de notions générales et scientifiques.
Point 5. Acquisition de techniques.
Point 6. Développement de certaines attitudes.
Point 7. Respect des consignes de sécurité.
Point 8. Vérification du fonctionnement de l'objet technique.

Pour l'ensemble du cours, qui traite du thème de la mécanique, c'est donc la démarche logique (planification) suivante qui est retenue.

Point 1: le besoin (problème)

Construire une maquette qui représente le mécanisme permettant l'utilisation de l'énergie dégagée par une explosion. Cette maquette doit être simple à réaliser et peu coûteuse.

Point 2: la réponse

Une maquette qui représente le mécanisme d'un moteur à explosion à quatre temps.

Point 3: les étapes de fabrication

a) Système piston-cylindre (sur la base).
b) Système bielle-vilebrequin-volant.
c) Soupapes.
d) Système engrenages-cames.
e) Système tiges de poussoirs-culbuteurs.
f) Système d'allumage.

Point 4: les notions

Domaine domestique
— Mécanique, mécanismes, confort, esthétique.
— Mouvements.
— Forces.
— Schémas technologiques.
— Règles générales de schématisation.
— Symboles.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Domaine des loisirs
— Fonctions mécaniques élémentaires.
— Matériaux (bois, métaux, matières plastiques).
— Procédés de fabrication.

Domaine des transports
— Court historique des transports.
— Fonctions mécaniques complexes.
— Multiplication et réduction de vitesse.
— Mécanismes de transmission et de transformation de mouvement.
— Moteurs à combustion interne.

Point 5: les techniques

1. Écris ci-dessous les noms des principales techniques utilisées pendant le cours.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Point 6: les attitudes

Les principales attitudes que tu devras développer au cours de l'étude du thème « La technologie et la mécanique » sont répertoriées et décrites ci-dessous.

Ponctualité et assiduité
Qualités de celui qui arrive à l'heure à ses cours, qui remet ses travaux à temps et qui ne s'absente que pour des raisons sérieuses.

Sens de l'organisation
Qualité de celui qui planifie son travail et qui respecte son plan de travail.

Autonomie et confiance en soi
Qualités de celui qui sait travailler sans recourir sans cesse aux autres.

Sens de l'initiative
Qualité de celui qui sait occuper efficacement ses temps libres.

Sens des responsabilités
Qualité de celui qui évalue correctement l'importance de son travail et les conséquences de ses actes.

Capacité d'autocritique
Capacité d'identifier objectivement ses forces aussi bien que ses faiblesses.

Acceptation des remarques
Capacité d'accepter des remarques dans le but de s'améliorer.

© Éditions Études Vivantes, 1995

Capacité d'intégration à l'environnement
Capacité de s'adapter à l'environnement et aux autres.

Sens de la collaboration
Qualité de celui qui sait travailler avec les autres dans un but commun.

Contrôle des émotions
Qualité de celui qui sait contrôler ou maîtriser ses émotions en toutes circonstances.

Intérêt professionnel
Capacité de faire preuve d'intérêt et de curiosité pour ses activités professionnelles.

Sens de la sécurité
Qualité de celui qui adopte et respecte toujours des mesures sécuritaires.

Sens de l'économie
Qualité de celui qui utilise rationnellement et qui ne gaspille pas le matériel mis à sa disposition.

Respect des outils et des équipements
Qualité de celui qui prend soin des outils et des équipements mis à sa disposition.

Capacité d'utiliser de façon optimale les éléments disponibles
Capacité d'utiliser *tout* ce dont on dispose pour exercer son esprit inventif.

Sens des proportions
Qualité de celui qui sait accorder une importance appropriée (ni trop faible ni trop forte) aux divers aspects d'une chose ou d'une situation.

Capacité d'analyse et de synthèse
Capacité de voir et de mettre en évidence les relations entre les diverses parties d'un tout.

Point 7: les consignes de sécurité

Il est très important que tu respectes scrupuleusement les consignes de sécurité lorsque tu utilises des outils ou de l'équipement et lorsque tu exécutes un travail, quel qu'il soit.

Lorsque tu réaliseras des travaux pratiques, ton professeur te dira quelles sont les consignes de sécurité que tu devras respecter.

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Pour vérifier le fonctionnement de la maquette, il te faut déterminer si elle répond bien au besoin mis en évidence et décrit au point 1.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Avant de continuer, il est important de vérifier tes connaissances en sciences physiques concernant la pression, les gaz, la combustion, la chaleur, le son et la lumière. Pour cela, ton professeur va te faire passer un test.

Par ailleurs, avant d'entreprendre la construction de la maquette d'un moteur à explosion, il est impératif de connaître et de comprendre le processus d'une explosion.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Explosion

2. Parmi les objets énumérés ci-dessous, identifie celui qui te semble le plus adéquat pour illustrer en classe le principe de l'explosion.

— un fusil ☐
— un bâton de dynamite ☐
— un ballon gonflé ☐
— un pétard ☐
— une bombe ☐
— une boîte comportant un couvercle ☐
— autre ☐

3. Écris ci-dessous les raisons de ton choix.

_____

_____

_____

_____

_____

L'expérience 2.1 permet d'illustrer et de comprendre le principe de l'explosion. Sois bien attentif, car, à la fin de cette expérience, tu devras noter tes observations.

Auparavant, observe attentivement le schéma de l'expérience présenté par ton professeur et reproduis-le ci-dessous (figure 2.1). Voici les diverses étapes de réalisation de ce schéma:

— Dessine le couvercle.
— Dessine le produit chimique.
— Dessine quelques gouttes d'eau.
— Dessine la boîte.
— Dessine une allumette allumée près du trou.

Figure 2.1 Représentation schématique de l'explosion.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Expérience 2.1

— Déposer un peu de carbure de calcium sur le couvercle renversé.
— Ajouter quelques gouttes d'eau.
— Retourner la boîte (dont le fond est percé d'un trou en son centre) sur le couvercle.
— Allumer une allumette et l'approcher du trou.

4. Décris les *résultats* de l'expérience 2.1.

Qu'as-tu observé? _____

Qu'as-tu entendu? _____

Qu'as-tu senti? _____

Penses-tu qu'il y a eu dégagement de chaleur? _____

Comment peux-tu le vérifier? _____

En consultant ton dictionnaire, écris deux définitions du mot *explosion*. Ton professeur t'aidera à comprendre le sens de ces définitions.

Définition 2.1

Explosion: _____

Définition 2.2

Explosion: _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Définition 2.3

Explosion: Le troisième temps du fonctionnement d'un moteur à quatre temps.

À retenir

Définition 2.1

Éclat violent.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Définition 2.2

Trois conditions sont requises pour qu'il y ait explosion:

— La présence de *gaz* qui seront engendrés ou libérés en un temps extrêmement court (éclat violent).

Le gaz est l'un des trois états de la matière, les deux autres étant l'état *liquide* et l'état *solide* (ainsi, l'air est un gaz, l'eau est un liquide et le bois est un solide). L'état de la matière qui présente un intérêt dans le principe de l'explosion est l'état *gazeux*. En effet, une explosion ne peut se produire que s'il y a présence d'un gaz (un gaz est caractérisé par sa compressibilité et par son expansibilité; il ne possède donc ni forme ni volume définis).

— La *pression*, qui est la force exercée par le gaz sur les parois de son contenant.

— L'*amorce*, qui est le déclencheur de l'explosion (dans le cas de l'expérience 2.1, c'est l'allumette qui a servi d'amorce).

Définition 2.3

Tu as sans doute remarqué que la définition 2.3 était plus spécifique et plus complexe que les deux autres; c'est pourquoi tu l'approfondiras un peu plus loin.

5. Que s'est-il passé durant l'expérience 2.1?

_____

6. Qu'as-tu observé au moment précis où on ajoutait les gouttes d'eau au produit chimique?

_____

7. Lorsqu'on a retourné la boîte sur le couvercle et qu'on a approché l'allumette du trou, que s'est-il passé? (Qu'est-ce qui a bougé?)

_____

8. Qu'est-ce qui a fait sauter la boîte?

_____

Énergie

9. Qu'est-ce que l'*énergie*?

_____

10. D'où vient cette énergie? Qu'est-ce qui a donc fait sauter la boîte?

_____

11. D'où vient cette pression exercée par les gaz?

_____

12. Qu'est-ce qui a provoqué la combustion du produit chimique?

_____

© Éditions Études Vivantes, 1986

13. Identifie les diverses formes d'énergie qui se sont manifestées durant l'expérience (explosion).

— _____ — _____

— _____ — _____

— _____ — _____

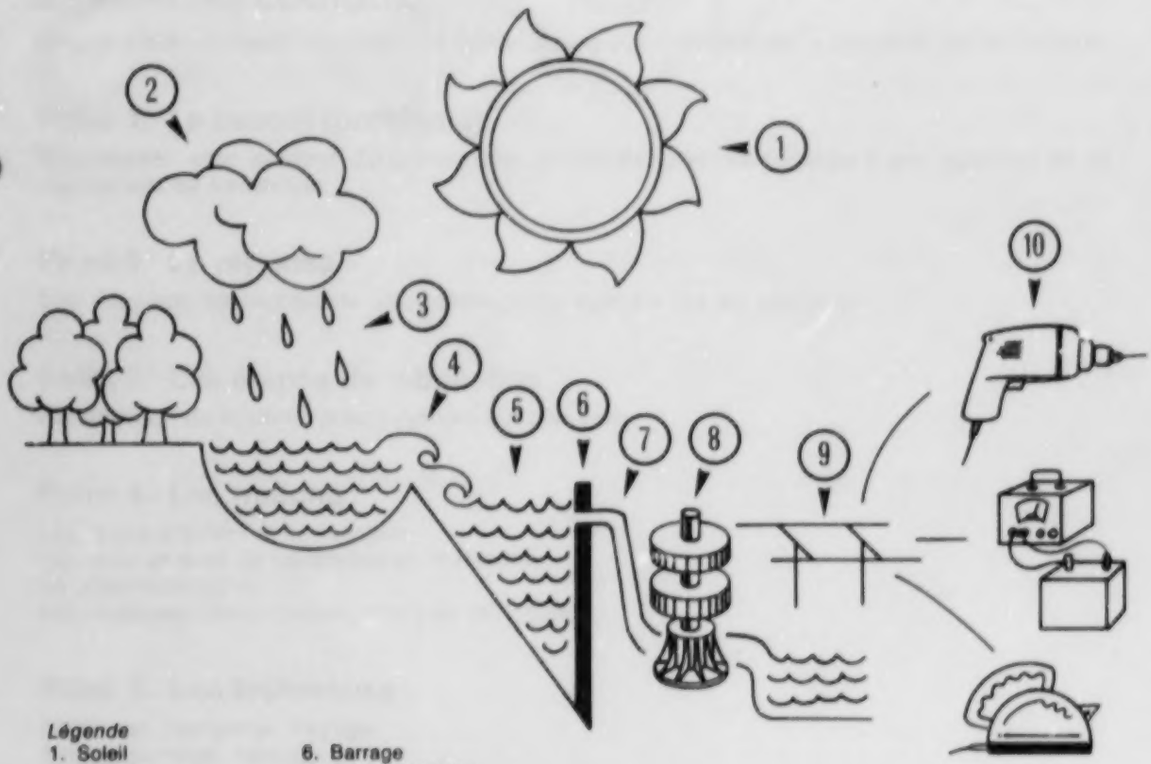
Transformations d'énergie

Voici les *transformations* d'énergie qui ont eu lieu au cours de l'expérience 2.1:

— Dans le produit chimique, l'*énergie potentielle* s'est transformée en *énergie thermique* (chaleur).

— L'énergie thermique s'est transformée en *énergie cinétique* (mouvement), en *énergie acoustique* (son) et en *énergie lumineuse* (lumière).

La figure 2.2 présente un autre exemple de transformations d'énergie.



Légende

1. Soleil
2. Nuage
3. Pluie
4. Eau en mouvement
5. Réservoir
6. Barrage
7. Conduite forcée
8. Turbine et alternateur
9. Fil conducteur
10. Transformations

Figure 2.2 Transformations d'énergie.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Le soleil est la source d'énergie première. Voici un exemple de processus des transformations qu'il opère sur la terre.

— Le soleil (chaleur) chauffe les étendues d'eau. L'eau s'évapore pour former les nuages (énergie potentielle) qui, éventuellement, retomberont en pluie.

— Sur les montagnes, cette pluie (énergie potentielle) alimente les cours d'eau sur lesquels on a construit des barrages pour transférer l'énergie cinétique de l'eau de ces cours d'eau à d'énormes turbines.

— L'énergie cinétique des turbines est transformée en énergie électrique.

— Cette énergie électrique peut être transformée en divers types d'énergie (mécanique, thermique, chimique, etc.).

© Éditions Études Vivantes, 1986

LEÇON 3

RAPPEL

N'oublie pas que, selon la méthode « Je fais et j'apprends », tu vas procéder étape par étape pour réaliser la maquette qui représente un moteur à combustion interne (ces étapes figurent à la leçon 2, point 3, p. 5).

Objectif terminal 3
À la fin de cette leçon, tu pourras construire un mécanisme (ou une partie de mécanisme) qui permette d'utiliser l'énergie d'une explosion pour la transformer en un mouvement de translation.

L'objectif terminal 3 correspond à l'étape a): fabrication du système piston-cylindre (sur la base).

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 3, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, la transformation de l'énergie d'une explosion en un mouvement de translation.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente un système piston-cylindre fixé sur une base.

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction du système piston-cylindre sur une base.

Point 4. Les notions

Les forces d'action et de réaction.
Les mouvements de translation et de rotation.
La schématisation.
Les matériaux: bois, métaux, matières plastiques.

Point 5. Les techniques

Mesurage, marquage, traçage.
Sciage, perçage, fraisage.
Ponçage, assemblage, insertion.
Vissage, collage.

Point 6. Les attitudes

Ponctualité et assiduité, sens de l'initiative, sens de l'organisation, autonomie et confiance en soi.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Avant d'aborder la construction de la maquette, il te faut acquérir les notions de force, de mouvement et de schématisation.

Force

Voici une première définition du mot *force*.

Définition 3.1

Force: quelque chose qui pousse ou qui a tendance à pousser, qui tire ou qui a tendance à tirer.

En utilisant le ***Petit Larousse***, écris ci-dessous la définition du mot force.

Définition 3.2

Force: _____

_____

_____

La figure 3.1 te permettra de mieux comprendre ce que sont une *force d'action* et une *force de réaction*.

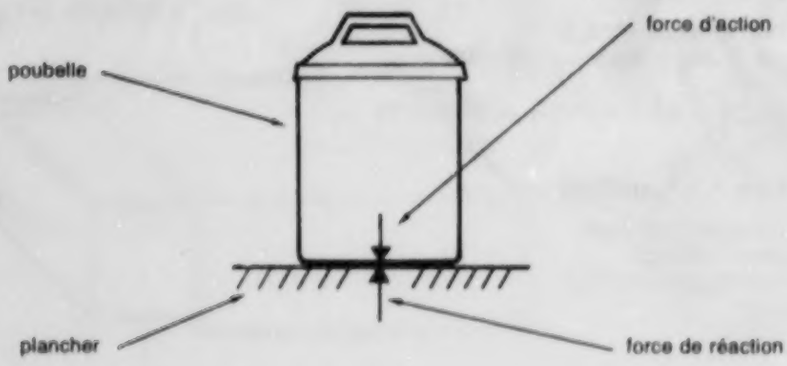


Figure 3.1 Force d'action et force de réaction engendrées par une poubelle posée sur le plancher.

© Éditions Études Vivantes, 1986

1. Écris ci-dessous 5 exemples de forces d'action et de réaction.

_____

_____

_____

_____

_____

2. Dans l'expérience de l'explosion (leçon 2, p. 8), à quel endroit agissaient les forces:

— d'action? _____

— de réaction? _____

Mouvement

Voici une première définition du mot *mouvement*.

Définition 3.3

Mouvement: changement de position d'un corps par rapport à un point fixe.

En utilisant un dictionnaire, écris ci-dessous les définitions des deux types de mouvement donnés.

Définition 3.4

Mouvement de translation: _____

_____

Définition 3.5

Mouvement de rotation: _____

_____

Observe attentivement les figures 3.2 et 3.3, qui représentent schématiquement des mouvements de translation et de rotation.

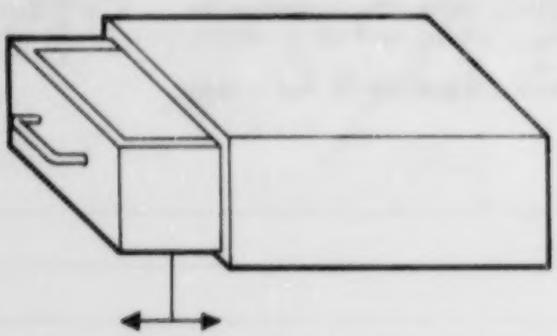


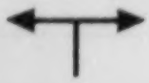
Figure 3.2 Mouvement de translation d'un tiroir.

Figure 3.3 Mouvement de rotation des aiguilles.

© Éditions Études Vivantes, 1986

La figure 3.4 illustre une situation dans laquelle les deux types de mouvement sont présents en même temps. Indique par des flèches le sens de ces mouvements, en utilisant les symboles donnés au tableau 3.1.

Tableau 3.1 Symboles de mouvements.

Symbole	Mouvement
	mouvement de rotation
	mouvement de translation

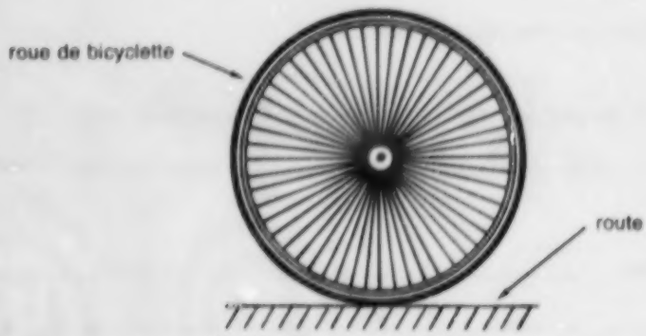


Figure 3.4 Présence simultanée de deux types de mouvement.

Schématisation

À partir de l'expérience de l'explosion, et en utilisant les notions nouvellement acquises, tu vas maintenant tenter de faire certains rapprochements avec le système piston-cylindre. Dans le cas de l'expérience 2.1, le couvercle renversé représentait le cylindre et la boîte retournée représentait le piston.

Comment pourrais-tu, dans une maquette, représenter le mouvement de la boîte (piston) par rapport au couvercle (cylindre)? Il te faut avant tout utiliser la *schématisation*.

En utilisant un dictionnaire, écris ci-dessous la définition du mot *schéma*.

Définition 3.6

Schéma: _____

_____

_____

Lis maintenant les définitions des quatre types de schémas technologiques couramment utilisés.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Définition 3.7

Schéma de situation du problème: c'est un dessin simplifié sur lequel figurent tous les éléments nécessaires à la compréhension du problème technologique.

Définition 3.8

Schéma de situation de l'objet technique: c'est un dessin simplifié sur lequel figurent les principales conditions de réalisation et d'utilisation de l'objet technique.

Définition 3.9

Schéma de principe: c'est un dessin simplifié sur lequel figurent tous les principes de fonctionnement de l'objet technique.

Définition 3.10

Schéma de construction: c'est un dessin simplifié sur lequel figurent les diverses solutions — qui tiennent compte des problèmes soulevés par le schéma de principe — permettant de construire l'objet technique et d'en assurer le bon fonctionnement.

DÉROULEMENT

Tu es à présent en mesure d'appliquer la démarche logique (planification) étudiée à la leçon 2, p. 5.

Point 1: le besoin (problème)

Pour réaliser cette première étape, tu peux utiliser les notions revues à la section « Acquisitions préliminaires », soit: les forces, les mouvements et la schématisation.

Dans un premier temps, tu vas établir un schéma de situation du problème. Pour cela, il faut te demander quel est le besoin (problème). La réponse à cette question est simple: il faut représenter, sous la forme d'une maquette, la transformation de l'énergie d'une explosion en un mouvement de translation.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, il faut tenir compte des trois aspects suivants:

— la réflexion (penser à la maquette, à l'objet technique à découvrir);
— l'énergie d'une explosion;
— le mécanisme du système piston-cylindre.

Il faut par ailleurs étudier attentivement et comprendre l'objectif terminal 1, le besoin (problème) et l'expérience de l'explosion.

© Éditions Études Vivantes, 1986

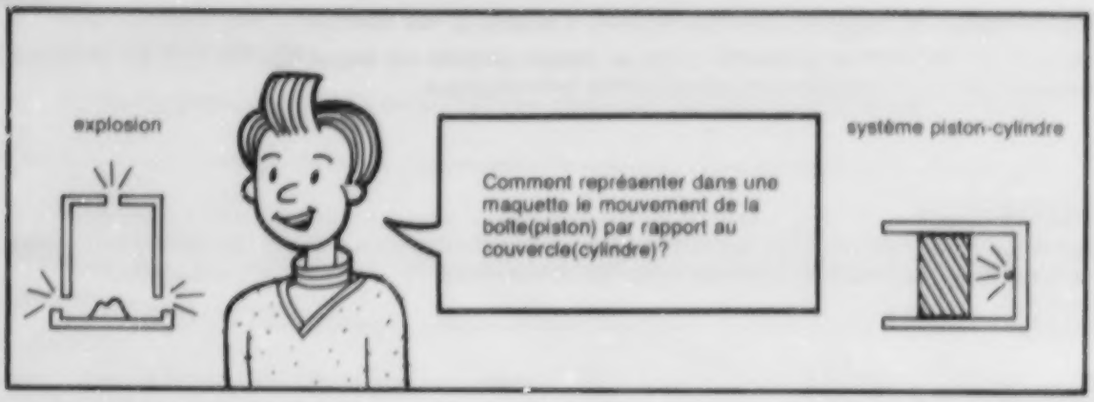


Figure 3.5 Schéma de situation du problème.

Schéma de situation de l'objet technique

Ici, il faut tenir compte des deux aspects suivants:

— la représentation de l'objet technique à découvrir à l'aide d'une forme géométrique simple (carré, rectangle, cercle, etc.) comportant un point d'interrogation à l'intérieur;
— la représentation des éléments qui constituent l'environnement de l'objet technique.

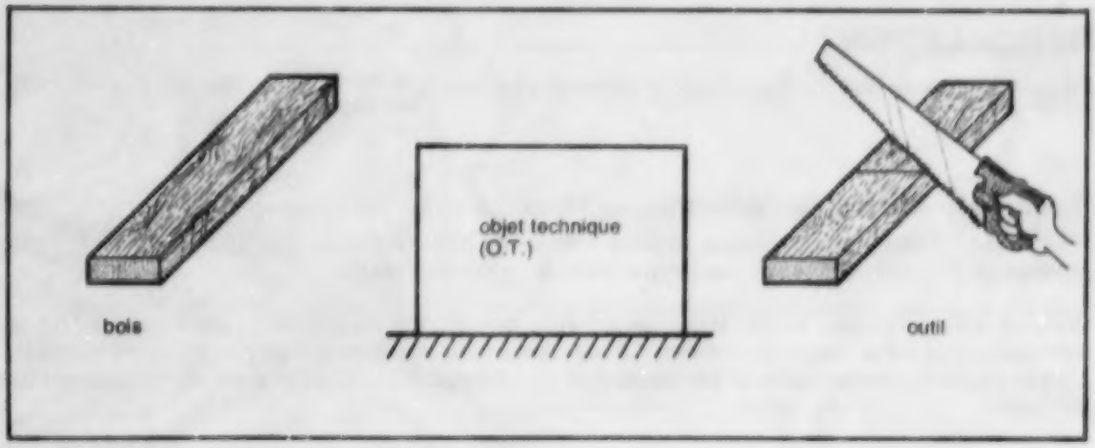


Figure 3.6 Schéma de situation de l'objet technique.

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Dans ce schéma, tu dois représenter les diverses réponses aux questions posées par le fonctionnement de l'objet technique (la maquette du système piston-cylindre).

© Éditions Études Vivantes, 1986

Les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous pourront certainement t'aider à concevoir le schéma de principe.

3. La maquette du système piston-cylindre sera-t-elle verticale ou horizontale? Pourquoi?

_____

_____

4. La maquette sera-t-elle en coupe ou en pleines dimensions? Pourquoi?

_____

_____

5. Comment peut-on représenter le cylindre?

_____

6. Comment peut-on représenter la tête du cylindre?

_____

7. Comment peut-on représenter le piston?

_____

8. Quel matériau doit-on choisir pour construire le système piston-cylindre? Pourquoi?

_____

_____

En schématisant les réponses aux questions ci-dessus, on obtient des schémas de principe partiels (figure 3.7).

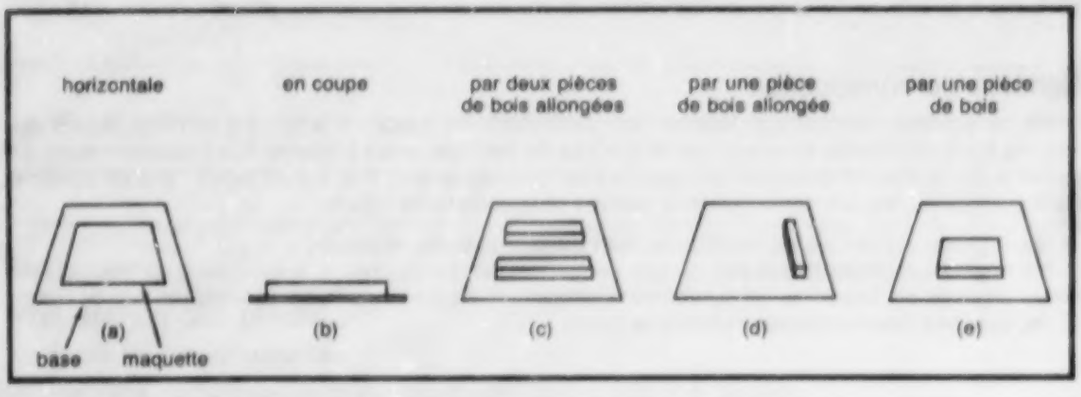


Figure 3.7 Schémas de principe partiels.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Dans un schéma de principe, il faut en fait représenter les éléments suivants:

— les *organes d'entrée* (o.e.) (ici, le piston), c'est-à-dire les éléments de la maquette qui subissent l'action des éléments de l'environnement (ici, la force de l'explosion);

— les *organes de sortie* (o.s.) (ici, la bielle), c'est-à-dire les éléments de la maquette qui agissent sur les éléments de l'environnement (ici, le vilebrequin);

— les *organes intermédiaires* (o.i.) (ici, le cylindre et la base), c'est-à-dire les éléments indispensables pour relier entre eux les o.e. et les o.s.;

— les *symboles de mouvements et de forces*.

Le schéma de principe global est illustré à la figure 3.8.

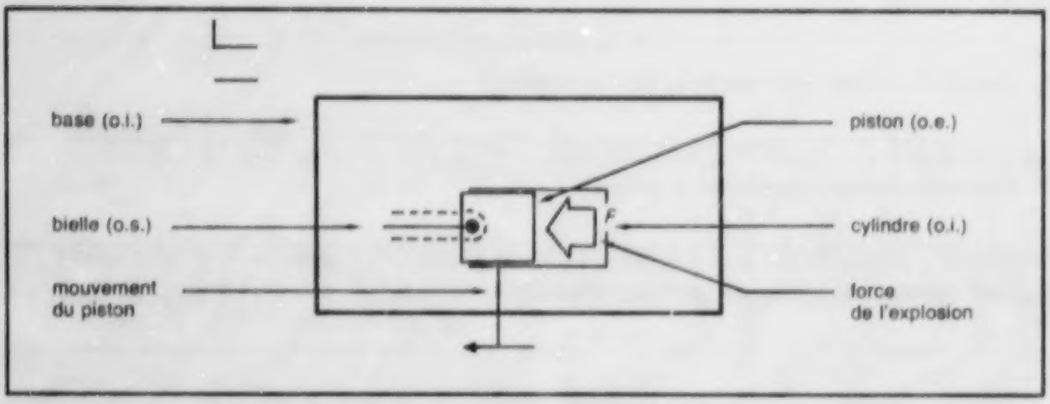


Figure 3.8 Schéma de principe de l'objet technique.

Point 3: les étapes de fabrication

Ici, il n'y a qu'une seule étape de fabrication: la construction du système piston-cylindre.

Schéma de construction

Dans ce schéma, on doit représenter non seulement les types de solutions technologiques qui résolvent les problèmes soulevés par le schéma de principe, mais également le fonctionnement de l'objet technique et les éléments qui assurent ce fonctionnement. Par conséquent, dans un schéma de construction, les éléments suivants doivent obligatoirement figurer:

— les organes essentiels au fonctionnement (piston, cylindre et base);
— les organes mobiles (piston);
— les organes de liaison ou les symboles représentant les types de liaisons réalisées (vis et colle);
— les organes intermédiaires (cylindre et base).

En se basant sur les plans des figures E.1 et E.1d (p. 22 et 23) et en tenant compte des éléments identifiés ci-dessus, on obtient le schéma de construction final (figure 3.9).

© Éditions Études Vivantes, 1986

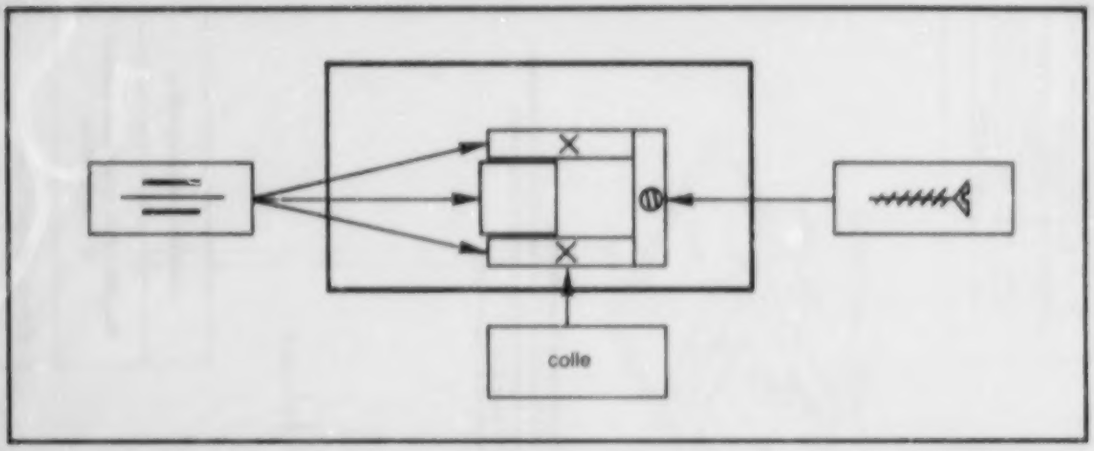


Figure 3.9 Schéma de construction de l'objet technique.

Point 4: les notions

Tu peux revoir quand tu le veux les notions utiles ici en relisant la section « Acquisitions préliminaires ».

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

Tous ces points sont intégrés dans la démarche que tu vas suivre maintenant pour construire la maquette du système piston-cylindre.

Commence par observer les plans des pages 24, 25 et 26:

— plan de traçage et de débitage 1 (figure TD.1);
— plan de traçage et de débitage 2 (figure TD.2);
— plan de traçage et de débitage 3 (figure TD.3).

Écoute attentivement les explications de ton professeur concernant ces plans et prends des notes au besoin.

Maintenant, tu peux passer à l'action, en respectant les étapes décrites ci-dessous.

Préparation des pièces

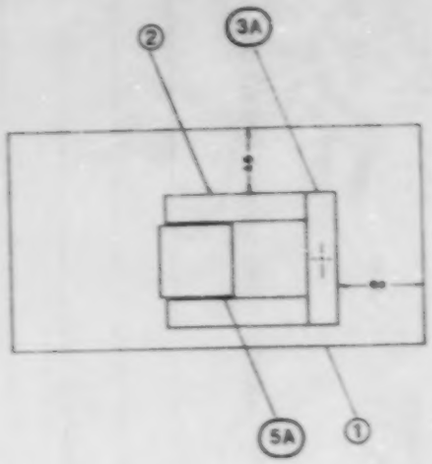
Tu reçois les pièces suivantes:

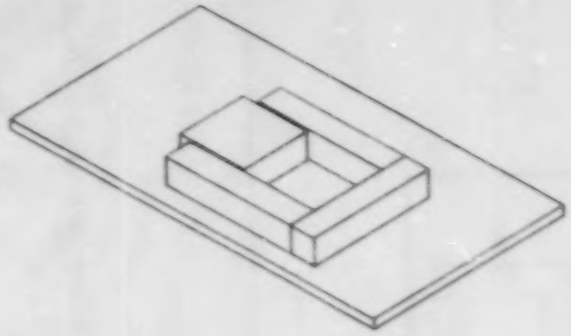
— une pièce de panneau de fibres (masonite) (394 × 150 × 5, en mm);
— une pièce de pin (250 × 138 × 20, en mm);
— toutes les pièces qui figurent sur le plan de traçage et de débitage 3 (figure TD.3).

© Éditions Études Vivantes, 1986

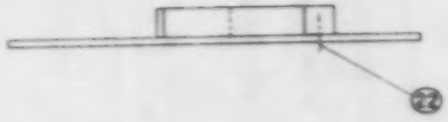
Figure E.1

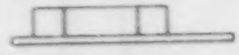
Pièces		
N°	Qté	Description
1	1	Base
2	2	Cylindre
3A	1	Tête de cylindre
5A	1	Piston
22	1	Vis à tête plate





Notes: — Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— La pièce n° 3A remplace les pièces n°s 3 et 4 jusqu'à l'étape b) inclusivement.
— La pièce n° 5A remplace la pièce n° 5 jusqu'à l'étape e) inclusivement.
— Pour les détails, voir la figure E.1d.
— Utiliser de la colle blanche là où c'est nécessaire.





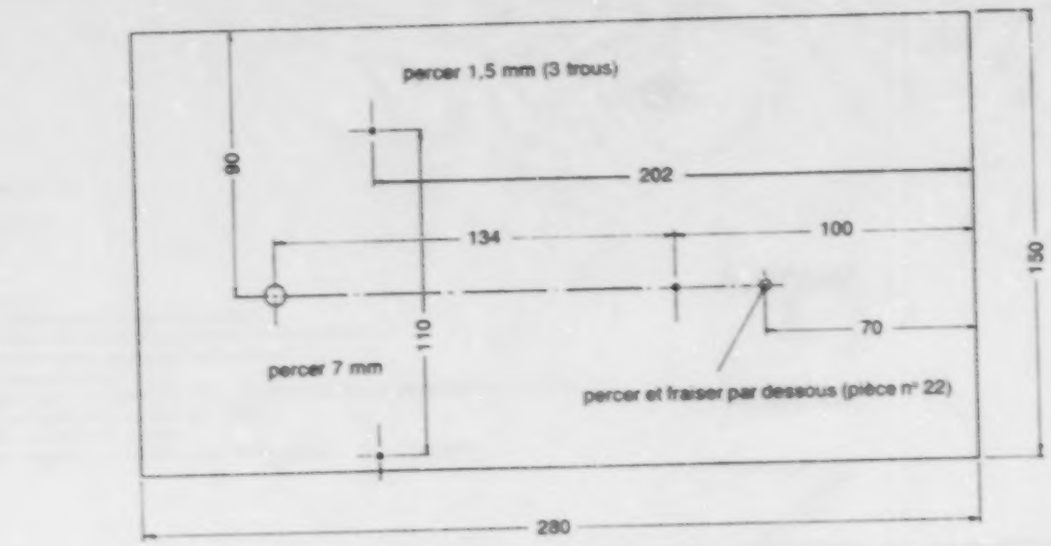
Système piston-cylindre

Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

Échelle: ne pas mesurer

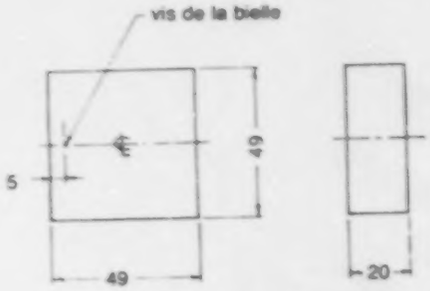
© Éditions Études Vivantes, 1996

Figure E.1d



① Base Qté: 1 Matériau: panneau de fibres (masonite)

② Cylindre Qté: 2 Matériau: pin

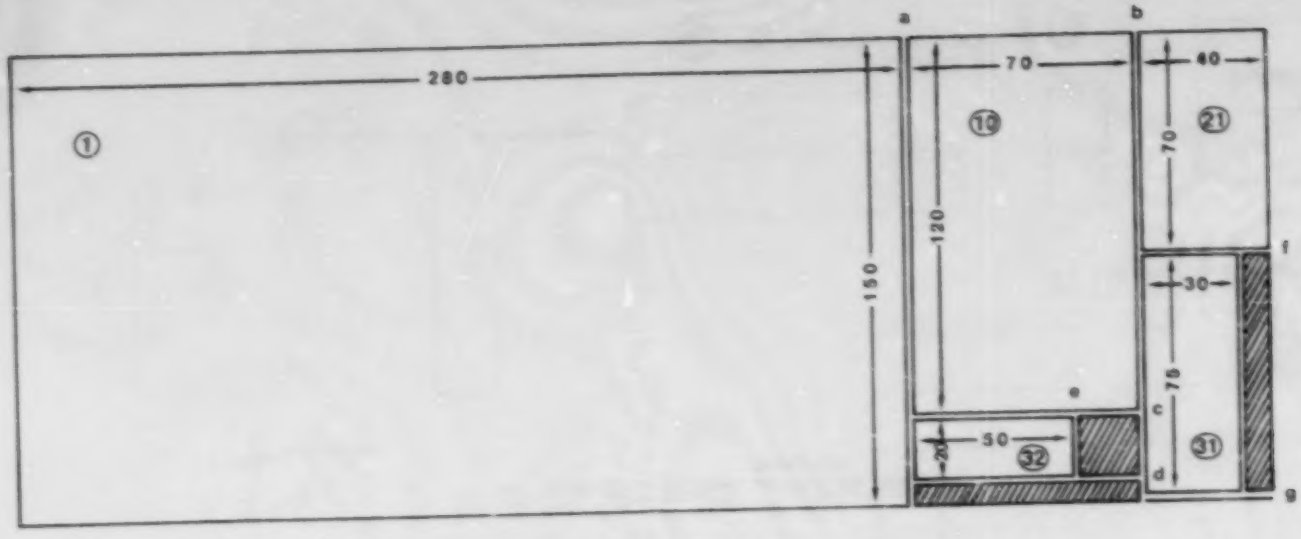


5A Piston Qté: 1 Matériau: pin

3A Tête de cylindre Qté: 1 Matériau: pin

Étape a)
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

© Éditions Études Vivantes, 1986



Notes

— Effectuer les tracés sur une planche de masonite (394 × 150 × 5, en mm).
— Épaisseur du trait de scie: 1 mm.
— Prévoir un espace de 2 mm pour les coupes.
— Couper au milieu de l'espace prévu pour la coupe puis poncer les pièces pour leur donner leurs dimensions exactes.
— Procéder aux coupes selon l'ordre alphabétique.
— Ne pas écrire les dimensions ni l'ordre de coupe sur la planche.
— Les dimensions sont données en millimètres.
— Échelle 1: ½.

Légende

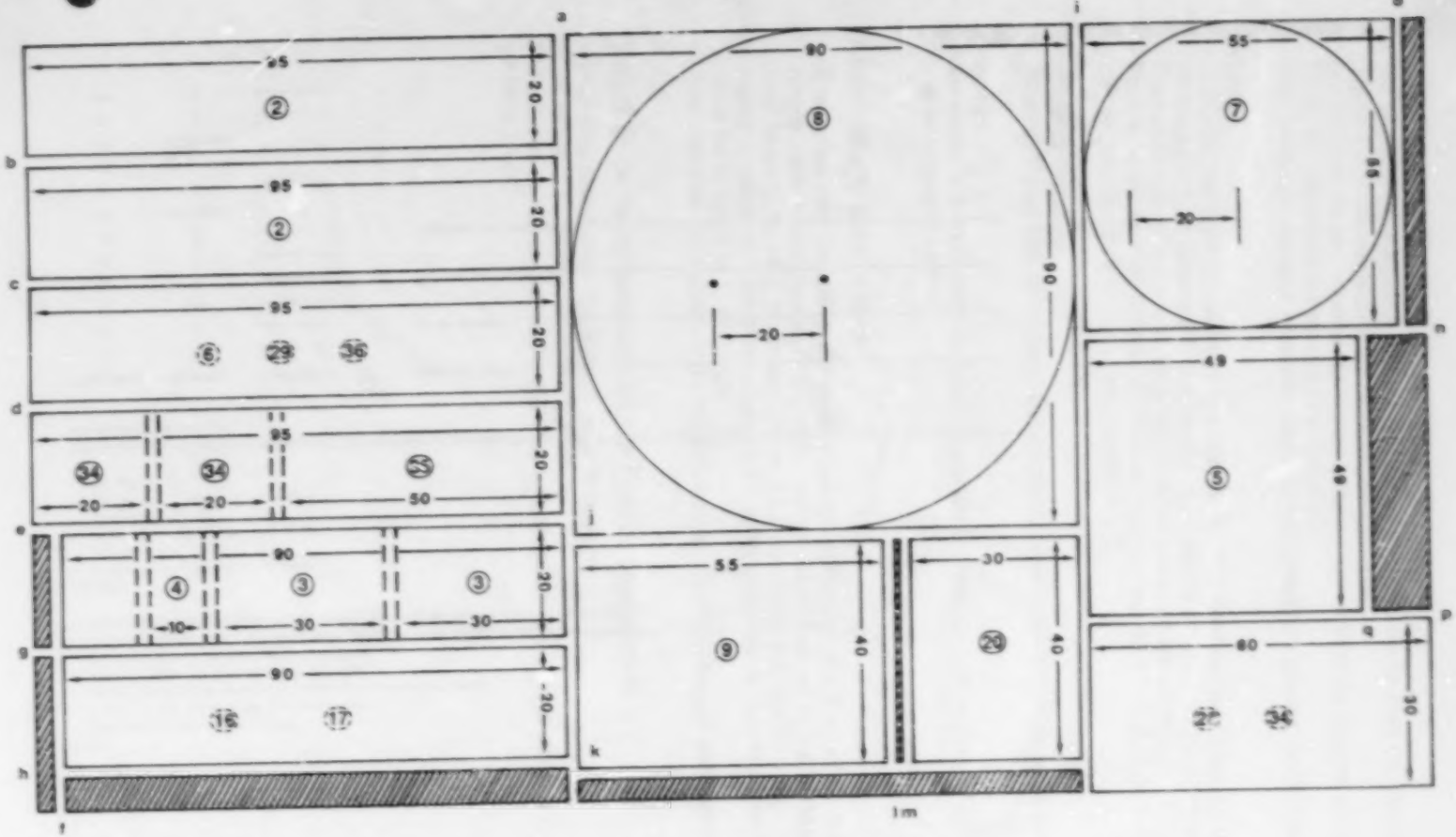
○ n° de pièce

■ pièce de rebut

Figure TD.1 Plan de traçage et de débitage 1.

© Éditions Études Vivantes, 1986

© Éditions Études Vivantes, 1986



Notes:
— Effectuer les tracés sur une planche de pin (250 × 138 × 20, en mm).
— Épaisseur du trait de scie: 1 mm.
— Prévoir un espace de 2 mm pour les coupes.
— Couper au milieu de l'espace prévu pour la coupe puis poncer les pièces pour leur donner leurs dimensions exactes.
— Procéder aux coupes selon l'ordre alphabétique.
— Ne pas écrire les dimensions ni l'ordre de coupe sur la planche.
— Ne pas couper entre les lignes en pointillés.
— Les dimensions sont données en millimètres.
— Échelle 1: 1.

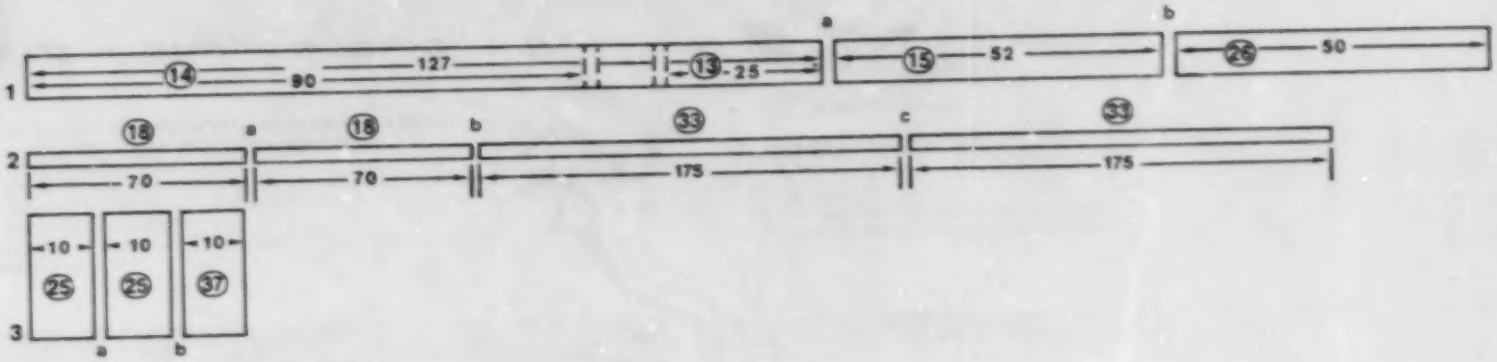
Légende

○ n° de pièce définitive

◌ n° de pièce temporaire

22 pièce de rebut

Figure TD.2 Plan de traçage et de débitage 2.



Notes
— Épaisseur du trait de scie: 1 mm.
— Prévoir un espace de 2 mm pour les coupes.
— Ne pas écrire les dimensions ni l'ordre de coupe sur les pièces.
— Ne pas couper entre les lignes en pointillés.
— Les dimensions sont données en millimètres.
— Avant de couper, faire une marque avec un coupe-tuyau autour du goujon, au milieu de l'espace prévu pour la coupe.
— Couper les goujons en prenant pour guides les marques faites à l'aide du coupe-tuyau.

Légende
1 : goujon (l = 233 mm; d = 6,5 mm)
(échelle 1 : 1)
2 : goujon (l = 393 mm; d = 4,5 mm)
(échelle 1 : $^1/_2$)
3 : goujon (l = 34 mm; d = 25 mm)
(échelle 1 : 1)

Voici la liste des autres pièces nécessaires à la fabrication de ta maquette. Après avoir reçu chaque pièce, coche son numéro dans la liste ci-dessous et fais signer ton professeur.

N° de pièce	Quantité	Vérification
11	2	_____
27	4	_____
12	1	_____
22	4	_____
40	1	_____
41	2	_____
38	non fournie	
19	2	_____
23	à fabriquer	
24	à fabriquer	
30	1	_____
39	1	_____

Nom de l'élève: _____

N° du groupe: _____

Nom du professeur: _____

Signature du professeur: _____

Figure TD.3 Plan de traçage et de débitage 3.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Traçage
— Sur la pièce de masonite, reporte les tracés indiqués sur le plan de traçage et de débitage 1 (figure TD.1) en respectant les dimensions données.
— Sur la pièce de pin, reporte les tracés indiqués sur le plan de traçage et de débitage 2 (figure TD.2) en respectant les dimensions données.
— Pour mesurer, marquer et tracer, respecte les consignes que ton professeur te donne.

Débitage
— Avant de procéder au débitage des pièces, lis attentivement les notes qui figurent sur les plans de traçage et de débitage 1 et 2. Après quoi, débite ces pièces avec une scie à ruban.
— Pour utiliser la scie à ruban en toute sécurité, respecte les consignes de ton professeur.
— Pour la réalisation de l'étape a), n'utilise que les pièces nos 1, 2, 3 et 5. Conserve les autres pièces pour les étapes suivantes (leçons 4 à 8).

Perçage et fraisage
— Pour appliquer ces techniques, écoute attentivement les explications de ton professeur.

Ponçage
— En respectant les consignes données par ton professeur, ponce uniquement les pièces utiles à la réalisation de l'étape a).

Assemblage des pièces

— Pour assembler les pièces du système piston-cylindre, trace d'abord sur la base (pièce n° 1) les emplacements des pièces nos 2, 3 et 5, conformément à ce qui figure sur le modèle de ton professeur et sur la figure E.1: fixe la pièce n° 3 à l'aide d'une vis; fixe les pièces nos 2 avec de la colle; insère la pièce n° 5 entre les pièces nos 2 (pour connaître la numérotation de toutes les pièces, consulte la figure A.1, à la page 115).
— Pour procéder au vissage et au collage, écoute attentivement les explications de ton professeur.

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si le piston entre facilement dans le cylindre.
Si tel est le cas, l'opération est terminée.
Dans le cas contraire, ponce le piston jusqu'à ce qu'il entre dans le cylindre et se déplace avec une certaine facilité.

© Éditions Études Vivantes, 1986

LEÇON 4

RAPPEL

Il est important que tu intègres bien les notions et les aspects suivants avant de poursuivre la réalisation de ta maquette:

— La méthode reposant sur le principe « Je fais et j'apprends ».
— Le principe de transformation de l'énergie (explosion).
— Le mouvement de translation engendré dans le mécanisme du système piston-cylindre.
— Les techniques: mesurage, traçage, débitage.

Objectif terminal 4
À la fin de cette leçon, tu pourras construire un mécanisme (ou une partie de mécanisme) qui permette de transformer un mouvement de translation en un mouvement de rotation.

L'objectif terminal 4 correspond à l'étape b): fabrication du système bielle-vilebrequin-volant.

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 4, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, la transformation d'un mouvement de translation en un mouvement de rotation.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente un système bielle-vilebrequin-volant couplé au système piston-cylindre.

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction du système bielle-vilebrequin-volant.

Point 4. Les notions

Les mouvements: transmission et transformation.
La schématisation (rappel).
Les matériaux: bois, métaux, matières plastiques (rappel).
Les fonctions mécaniques élémentaires: support, liaison, guidage, lubrification, étanchéité.

Point 5. Les techniques

Les mêmes techniques qu'à l'étape a) (leçon 3).
Goujonnage.
Façonnage.

Point 6. Les attitudes

Les mêmes attitudes qu'à l'étape a) (leçon 3).
Sens des responsabilités.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Pour que tu puisses atteindre l'objectif terminal 2, il te faut avoir bien compris les notions de mouvement de translation et de mouvement de rotation (leçon 3, p. 15) et acquérir les notions de transmission de mouvement et de transformation de mouvement.

Transmission de mouvement

Voici deux exemples de transmission de mouvement.

Exemple 4.1

Dans un fusil, le mouvement des particules chauffées est transmis aux plombs qui acquièrent alors un mouvement de translation: les plombs sont projetés vers la cible.

Exemple 4.2

Lorsqu'on pousse un objet sur une table, il se déplace en ligne droite dans la direction de l'application de la force.

À ton tour, donne deux exemples de transmission de mouvement.

Exemple 4.3

Dans une chignole, _____

_____

Exemple 4.4

Dans une voiture, _____

_____

Transformation de mouvement

Avant tout, sache que, à partir d'un mouvement de translation, on peut obtenir un mouvement de rotation, et vice versa. Voici un exemple de transformation de mouvement.

Exemple 4.5

Dans la serrure d'une porte, le mouvement de rotation de la poignée est transformé en mouvement de translation du pêne. Illustre ci-dessous une porte et sa serrure et, en utilisant les symboles donnés au tableau 3.1 (page 16), représente le mouvement de rotation de la poignée et le mouvement de translation du pêne.

© Éditions Études Vivantes, 1986

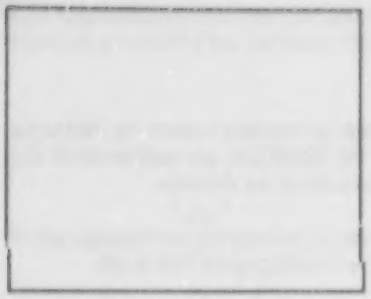


Figure 4.1 Serrure d'une porte.

À ton tour, donne deux exemples de transformation de mouvement et illustre-les.

Exemple 4.6

Dans une locomotive à vapeur, _____

_____

Figure 4.2 Transformation de mouvement dans une locomotive à vapeur.

Exemple 4.7

Dans un hélicoptère, _____

_____

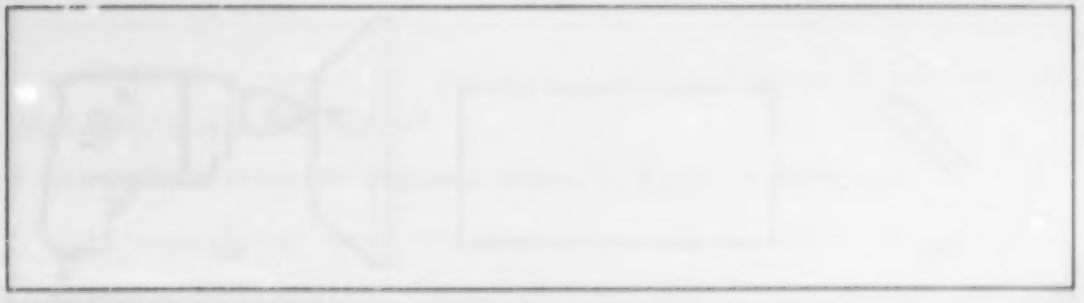


Figure 4.3 Transformation de mouvement dans un hélicoptère.

©Éditions Études Vivantes, 1986

DÉROULEMENT

Point 1: le besoin (problème)

À partir de la maquette du système piston-cylindre, qui représente la transformation de l'énergie d'une explosion en un mouvement de translation, tu vas tenter de découvrir un mécanisme qui permette de transformer ce mouvement de translation en un mouvement de rotation.

Rappelle-toi que la schématisation constitue la partie importante de la démarche technologique. Il te faut donc procéder comme à la leçon 3 et établir les schémas technologiques habituels.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, il faut tenir compte des trois aspects suivants:

— la réflexion (penser à la maquette, à l'objet technique à découvrir);
— le mouvement de translation du piston;
— le mouvement de rotation à obtenir.

Figure 4.4 Schéma de situation du problème.

Schéma de situation de l'objet technique

Ici encore, il faut tenir compte des deux aspects suivants:

— la représentation de l'objet technique à découvrir à l'aide d'une forme géométrique simple (carré, rectangle, cercle, etc.) comportant un point d'interrogation à l'intérieur;
— la représentation de l'élément qui constitue l'environnement de l'objet technique (le piston animé d'un mouvement de translation).

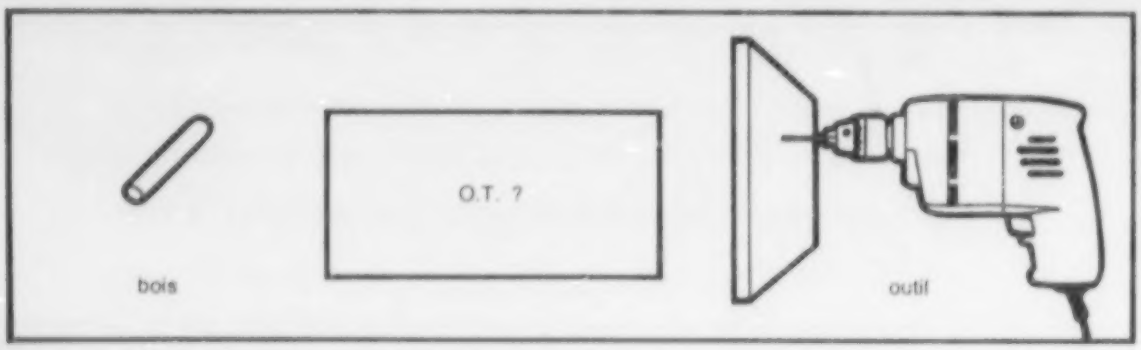


Figure 4.5 Schéma de situation de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Les mécanismes qui permettent de transformer un mouvement de translation en un mouvement de rotation peuvent être représentés par les symboles illustrés à la figure 4.6.

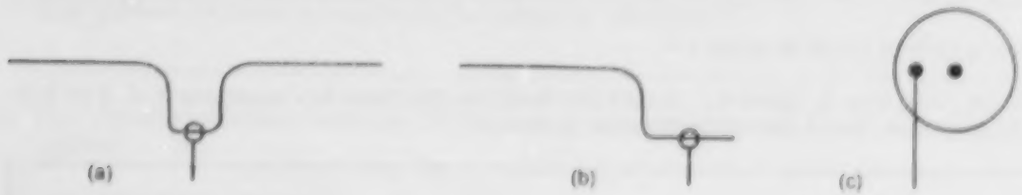


Figure 4.6 Quelques symboles de transformation de mouvement.

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Comme à la leçon 3, les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous pourront t'aider à concevoir le schéma de principe du système bielle-vilebrequin-volant.

1. La maquette du système bielle-vilebrequin-volant sera-t-elle verticale ou horizontale? Pourquoi?

   _____

   _____

2. Peut-on utiliser le bois pour fabriquer un vilebrequin qui ait la même forme que celle représentée à la figure 4.6a ou à la figure 4.6b? Pourquoi?

   _____

3. Parmi les formes représentées à la figure 4.6, laquelle peut-on prendre comme modèle pour construire une manivelle en bois? Pourquoi?

   _____

   _____

Observe le croquis (a) de la figure 4.7.

4. Comment peut-on fixer ou relier le volant à la manivelle choisie dans la réponse à la question 3?

   _____

   _____

Observe le croquis (b) de la figure 4.7.

5. Comment peut-on maintenir en place le système qui constitue le vilebrequin?

   _____

   _____

Observe le croquis (c) de la figure 4.7.

© Éditions Études Vivantes, 1986

6. Comment peut-on fixer la bielle au piston?

Observe le croquis (d) de la figure 4.7.

En fait, les croquis de la figure 4.7, qui schématisent les réponses aux questions 3, 4, 5 et 6 ci-dessus, constituent des schémas de principe partiels.

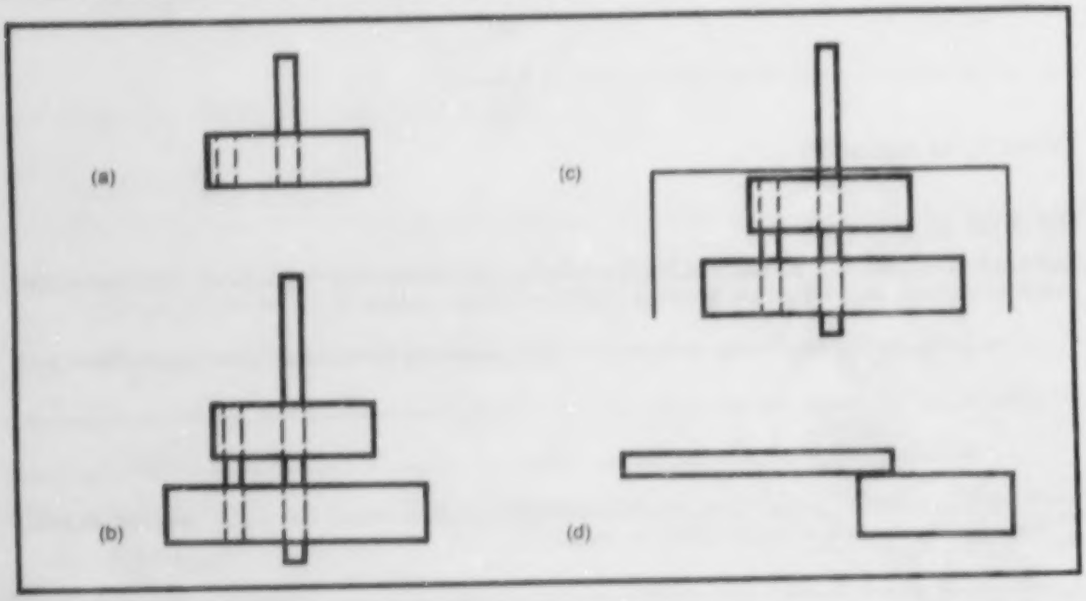


Figure 4.7 Schémas de principe partiels.

Rappelle-toi que, dans un schéma de principe, il faut représenter les o.e., les o.s., les o.i. et les symboles de mouvements et de forces.

Sachant cela, complète le schéma de principe ci-dessous (figure 4.8).

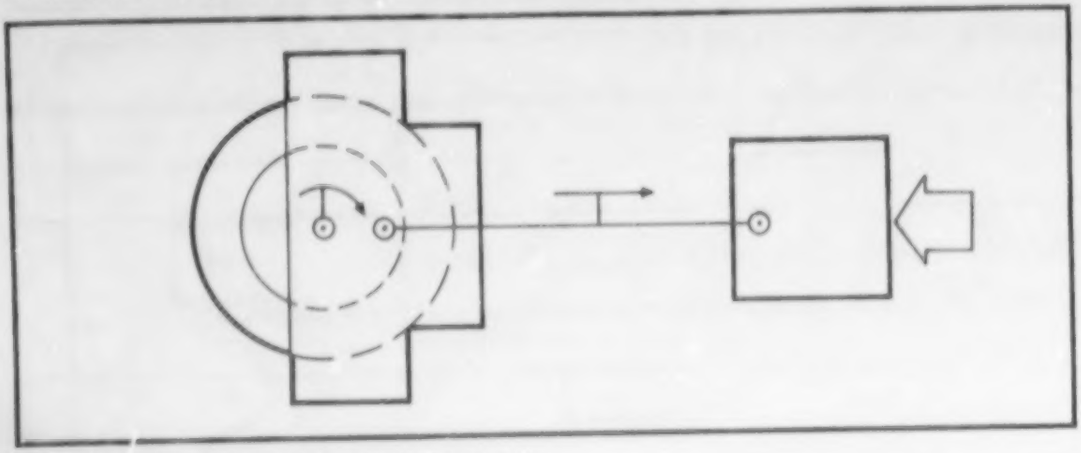


Figure 4.8 Schéma de principe de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Avant de passer au point 3, réponds aux questions ci-dessous concernant la notion de mouvement (transmission et transformation).

7. Quel élément *transmet* le mouvement du piston au vilebrequin?

_____

8. Quel élément est indispensable pour *transformer* le mouvement de translation en mouvement de rotation?

_____

Point 3: les étapes de fabrication

Schéma de construction

Observe les figures E.2 et E.2d (p. 36 et 37) qui représentent le système bielle-vilebrequin-volant.

9. À partir des données de la figure E.2, identifie les éléments qui appartiennent aux catégories ci-dessous et écris leur nom.

Organes essentiels au fonctionnement

_____

Organes mobiles

_____

Organes de liaison

_____

Organes intermédiaires

_____

En se basant sur les plans des figures E.2 et E.2d et en tenant compte des éléments identifiés ci-dessus, on obtient le schéma de construction final (figure 4.9).

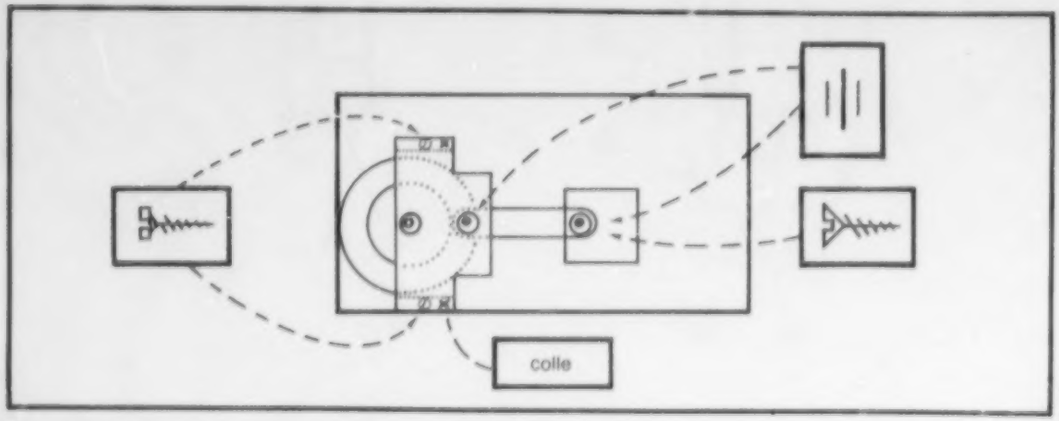
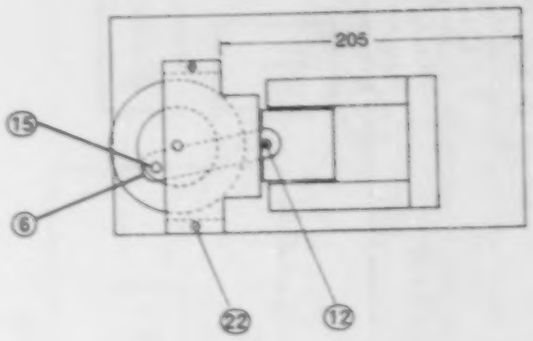
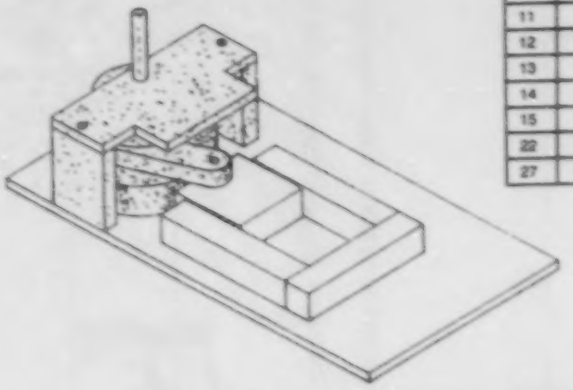


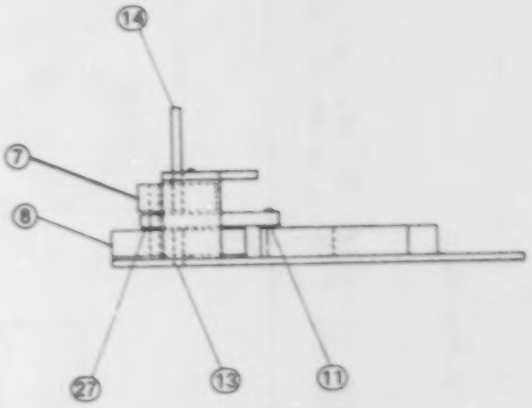
Figure 4.9 Schéma de construction de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure E.2

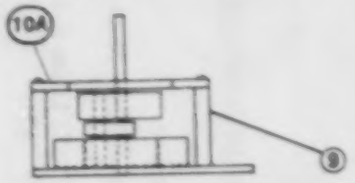






Pièces		
N°	Qté	Description
6	1	Bielle
7	1	Vilebrequin
8	1	Volant
9	2	Supports latéraux intérieurs
10A	1	Couvercle du vilebrequin
11	2	Coussinets (ø = 4 mm)
12	1	Vis à tête ronde
13	1	Axe du volant
14	1	Axe de la manivelle
15	1	Axe commun
22	2	Vis à tête ronde
27	2	Coussinets (ø = 8 mm)

Notes: — Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— Seules les pièces à fabriquer au cours de l'étape b) sont numérotées (elles sont en outre ombrées dans la vue en perspective).
— La pièce n° 10A sera modifiée ultérieurement: elle deviendra la pièce n° 10 à l'étape d).
— Pour les détails, voir la figure E.2d.
— Utiliser de la colle blanche là où c'est nécessaire.



Système bielle-vilebrequin-volant

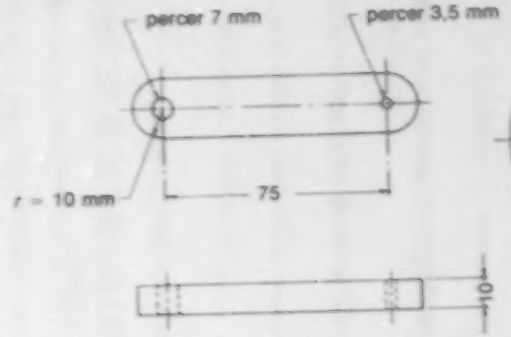
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

Échelle: ne pas mesurer

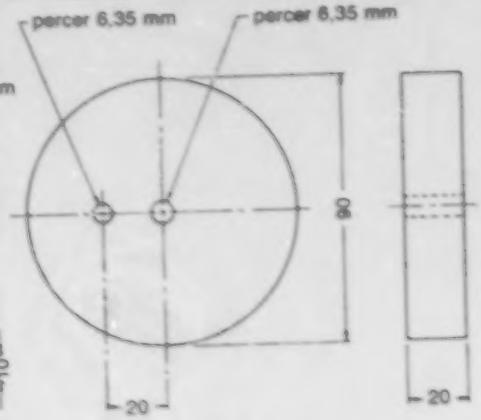
© Éditions Études Vivantes, 1996

© Éditions Études Vivantes, 1986

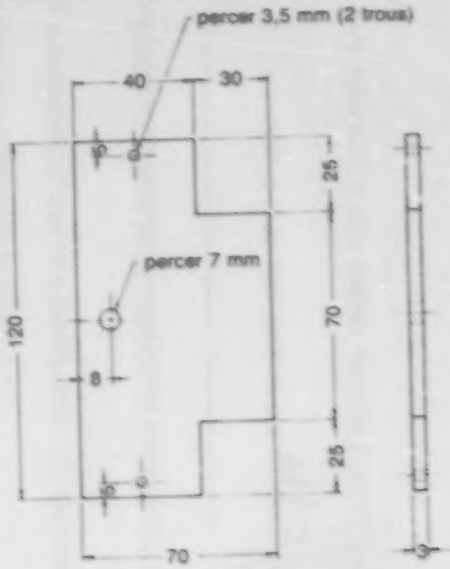
Figure E.2d



⑥ Bielle Qté: 1 Matériau: pin



⑧ Volant Qté: 1 Matériau: pin

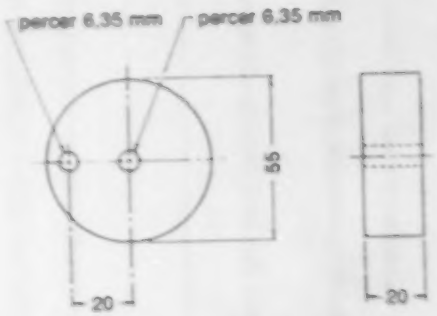


⑩A Couvercle du vilebrequin Qté: 1
Matériau: masonite

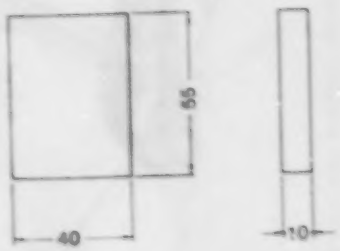
⑪ Coussinets Qté: 2
(*d* int. = 4 mm; *d* ext. = 11 mm;
l = 1,5 mm)
Utiliser des rondelles plates pour vis à machine $^{5}/_{16}$" (m.a.)

⑫ Vis à tête ronde Qté: 2
Vis à empreinte carrée (*d* = 3 mm;
l = 25 mm)
Utiliser des vis à bois n° 6 [*l* = 1" (m.a.)]

㉒ Vis à tête plate Qté: 2
Vis à empreinte carrée (*d* = 3 mm;
l = 15 mm)
Utiliser des vis à bois n° 6 [*l* = $^{5}/_{8}$" (m.a.)]

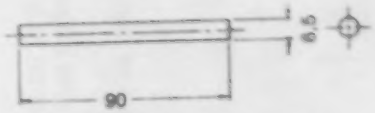


⑦ Vilebrequin Qté: 1 Matériau: pin

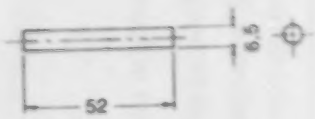


⑨ Supports latéraux inférieurs Qté: 2
Matériau: pin

⑬ Axe du volant Qté: 1
Matériau: goujon $^{1}/_{4}$" (m.a.*)



⑭ Axe de la manivelle Qté: 1
Matériau: goujon $^{1}/_{4}$" (m.a.)



⑮ Axe commun Qté: 1
Matériau: goujon $^{1}/_{4}$" (m.a.)

* m.a. = mesure anglaise

Étape b)

Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

Échelle: ne pas mesurer

Point 4: les notions

Pour bien comprendre les principes de construction de la maquette, il est essentiel de connaître les principales *fonctions mécaniques* que peuvent remplir les divers éléments.

Définition 4.1

Un objet technique remplit une *fonction mécanique* lorsqu'il joue un certain rôle à l'intérieur d'un *mécanisme* plus ou moins complexe.

10. Il existe cinq fonctions mécaniques principales. Identifie-les et écris leur nom ci-dessous.

_____ _____

_____ _____

_____

Définition 4.2

Un objet technique remplit la *fonction support* lorsqu'il sert d'appui à une ou plusieurs autres pièces.

Observe la figure 4.10.

Figure 4.10 Selle et tubulure d'une bicyclette.

Selon cette figure, tu constates que la tubulure (2) supporte la selle (1) et que la selle supporte l'usager de la bicyclette.

11. Dans la maquette (figures E.2 et E.2d), quel élément remplit la fonction support?

_____

Définition 4.3

Un objet technique remplit la *fonction liaison* lorsqu'il sert à assembler deux pièces.

Une liaison est toujours définie par quatre qualificatifs. Elle peut en effet être: directe ou indirecte, démontable ou indémontable, rigide ou élastique, complète ou partielle.

Une liaison *directe* (a) est caractérisée par l'absence d'élément intermédiaire entre les deux pièces assemblées.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Une liaison *indirecte* (b) est caractérisée par la présence d'au moins un élément intermédiaire entre les deux pièces assemblées (soudure, colle, vis, etc.).

Observe la figure 4.11.

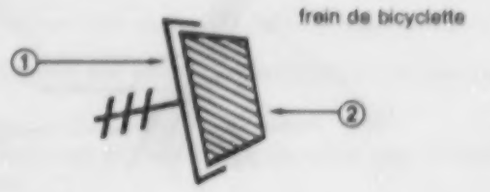


Figure 4.11 Éléments du système de freinage d'une roue de bicyclette.

Tu constates ici que le sabot du frein (2) est assemblé au support (1) par une liaison directe.

Observe maintenant la figure 4.12.

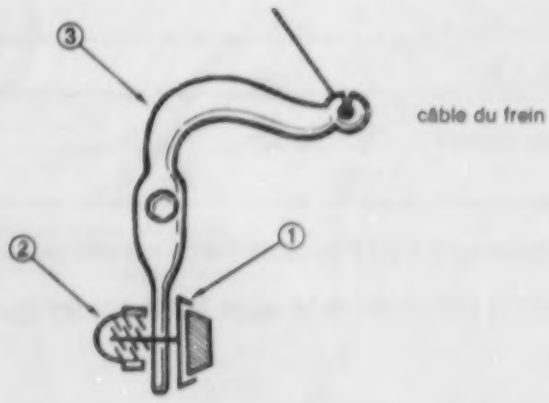


Figure 4.12 Éléments du système de freinage d'une roue de bicyclette.

Cette fois, le support (1) est relié au levier (3) par l'intermédiaire de l'écrou (2). Il s'agit donc d'une liaison indirecte.

12. Dans la maquette (figures E.2 et E.2d), quelles pièces sont reliées entre elles par:

— une liaison directe? _____

— une liaison indirecte? _____

_____

Une liaison est *démontable* (c) lorsqu'on peut séparer les pièces assemblées.

Une liaison est *indémontable* (d) lorsqu'on ne peut pas séparer les pièces assemblées.

Observe la figure 4.13.

© Éditions Études Vivantes, 1986

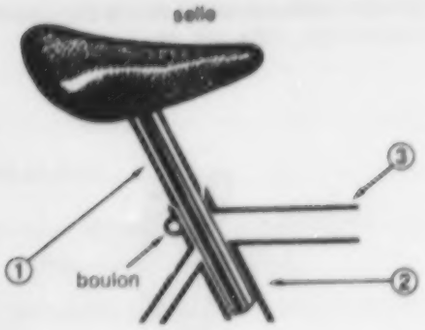


Figure 4.13 Selle et tubulure d'une bicyclette.

Le tube de la selle (1) est fixé au cadre (2) par un boulon. Il s'agit donc d'une liaison démontable.

Par contre, le tube (3) est fixé au cadre (2) par une soudure. Il s'agit donc ici d'une liaison indémontable.

13. Dans la maquette (figures E.2 et E.2d), quelles pièces sont reliées entre elles par:

— une liaison démontable? _____

_____

— une liaison indémontable? _____

_____

Une liaison est *rigide* (e) lorsque les surfaces de liaison des pièces assemblées sont fixes.

Une liaison est *élastique* (f) lorsque les surfaces de liaison des pièces assemblées sont mobiles.

Observe la figure 4.14.

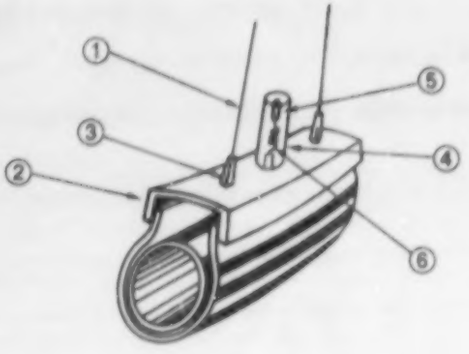


Figure 4.14 Éléments de la jante d'une roue de bicyclette.

Le rayon (1) est fixé à la jante (2) par l'écrou (3). Il s'agit donc d'une liaison rigide.

La valve (4) est rattachée au bouchon (5) par le ressort (6). Il s'agit donc d'une liaison élastique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

14. Dans la maquette (figures E.2 et E.2d), quelles pièces sont reliées entre elles par:

— une liaison rigide? _____

_____

— une liaison élastique? _____

Une liaison est *complète* (g) lorsque les pièces assemblées n'ont aucune liberté de mouvement entre elles.

Une liaison est *partielle* (h) lorsque les pièces assemblées ont une certaine liberté de mouvement les unes par rapport aux autres.

Observe la figure 4.15.

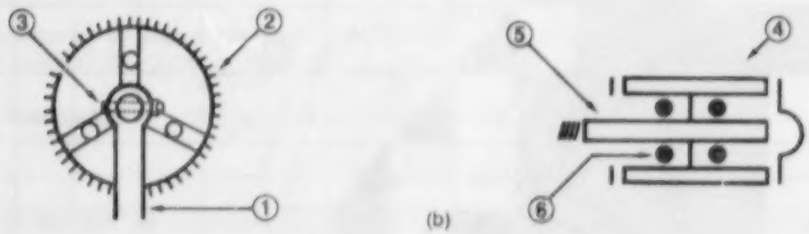


Figure 4.15 Éléments du pédalier d'une bicyclette.

À la figure 4.15a, la manivelle (1) est fixée au plateau (2) par la clavette (3). Il s'agit donc d'une liaison complète.

À la figure 4.15b, la pédale (4) est reliée à l'axe (5) par les roulements à billes (6). Il s'agit donc d'une liaison partielle.

15. Dans la maquette (figures E.2 et E.2d), quelles pièces sont reliées entre elles par:

— une liaison complète? _____

_____

— une liaison partielle? _____

_____

Complète le tableau 4.1 en écrivant dans les cases appropriées les quatre lettres (*a:* directe, ou *b:* indirecte; *c:* démontable, ou *d:* indémontable; *e:* rigide, ou *f:* élastique; *g:* complète, ou *f:* partielle) associées ici aux qualificatifs qui caractérisent les types de liaison entre les pièces nos 1 à 15 des figures E.1, E.1d, E.2 et E.2d.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Tableau 4.1 Liaisons entre les pièces de la maquette du cylindre

Numéros des pièces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Identification des pièces
1. Base 2. Cylindre 3. Tête du cylindre (partie) 4. Tête du cylindre (partie) 5. Piston 6. Bielle
7. Vilebrequin 8. Volant 9. Support 10. Couvercle du vilebrequin 11. Coussinets 12. Vis
13. Axe du volant 14. Axe de la manivelle 15. Axe commun

Définition 4.4

Un objet technique remplit la *fonction guidage* lorsqu'il sert à diriger une pièce selon une trajectoire donnée.

© Éditions Études Vivantes, 1986

16. Écris ci-dessous un exemple de fonction guidage.

_____

17. Écris ci-dessous les noms des pièces de la maquette qui remplissent une fonction guidage.

_____

Définition 4.5

Diverses substances remplissent la *fonction lubrification* lorsqu'elles servent à diminuer les frottements entre deux pièces assemblées (parmi ces substances, on retrouve l'huile, la graisse, etc.).

18. Écris ci-dessous les numéros des ensembles de deux pièces de la maquette entre lesquelles une lubrification s'impose.

_____

Définition 4.6

Certains éléments remplissent la *fonction étanchéité* lorsqu'ils servent à empêcher un fluide (ou des particules solides) de s'écouler hors de son contenant ou d'y pénétrer.

19. Écris ci-dessous un exemple de fonction étanchéité.

_____

20. Écris ci-dessous les noms des éléments de la maquette qui remplissent une fonction étanchéité.

_____

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

Pour procéder à la construction de cette partie de la maquette, commence par observer les figures E.2 et E.2d, puis identifie les pièces nécessaires à la fabrication du système bielle-vilebrequin-volant en consultant la figure A.1 (p. 115).

Préparation des pièces

Pour préparer les pièces nécessaires à la construction du système bielle-vilebrequin-volant, applique scrupuleusement, et dans l'ordre, les consignes données ci-dessous.

— Perce un trou de 7 mm de diamètre dans la pièce n° 1 (fig. E.1d).
— Sur la base de masonite (support de la maquette), reporte les tracés indiqués sur les figures E.2 et E.2d, en respectant les dimensions données.
— Sur la pièce de masonite n° 10 (que tu as conservée de la leçon 3), reporte les tracés du croquis 10A (figure E.2d), en respectant les dimensions données.
— Débite la pièce n° 10 avec une scie à ruban.
— Dans la pièce n° 10, perce un trou de 7 mm de diamètre (fig. E.2d).
— Coupe en deux les pièces n°s 6, 29 et 40. Conserve la moitié de chacune de ces pièces pour les leçons 7 et 8.
— Sur l'autre moitié de la pièce n° 6, reporte les tracés indiqués à la figure E.2d, en respectant les dimensions données.
— Débite la pièce n° 6 (bielle) avec une scie à ruban.
— Dans la pièce n° 6, perce un trou de 7 mm de diamètre et un autre trou de 3,5 mm de diamètre (figure E.2d).

© Éditions Études Vivantes, 1986

— Dans les pièces n^{os} 7 et 8, perce deux trous de 6,35 mm de diamètre (figure E.2d).
— Dans la pièce n° 10, perce deux trous de 3,5 mm de diamètre (croquis 10A de la figure E.2d).
— Fraise les trous de 3,5 mm de diamètre de la pièce n° 10.
— Ponce toutes les pièces que tu viens de débiter.

Assemblage des pièces

— Conformément aux données de la figure E.2, procède à l'assemblage préliminaire (sans fixer définitivement les pièces) des pièces que tu viens de préparer.

— Après quoi, observe le transparent que ton professeur projette, et qui présente les étapes d'assemblage, puis vérifie si ton assemblage préliminaire est correctement exécuté.

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si le mouvement de translation est bien transformé en mouvement de rotation.

© Editions Études Vivantes, 1986

LEÇON 5

RAPPEL

Voici quelques points importants qu'il te faut maîtriser pour poursuivre efficacement la réalisation de ta maquette:

— La méthode reposant sur le principe « Je fais et j'apprends ».
— Les principes de transmission et de transformation de mouvement.
— La transformation d'un mouvement de translation en un mouvement de rotation.
— Les fonctions mécaniques, les attitudes et les techniques étudiées à la leçon 3.

Objectif terminal 5
À la fin de cette leçon, tu pourras construire un mécanisme (ou une partie de mécanisme) qui permette l'alimentation en carburant et l'échappement des gaz brûlés de telle façon que l'explosion se produise continuellement dans le cylindre.

L'objectif terminal 5 correspond à l'étape c): fabrication des soupapes.

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 5, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, un mouvement de rotation continu au niveau du vilebrequin, mouvement obtenu grâce à une série d'explosions ininterrompues dues à une alimentation continuelle en carburant et à l'échappement des gaz brûlés.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente les soupapes insérées dans la tête du cylindre.

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction des soupapes.

Point 4. Les notions

Les divers types de force.
La schématisation (rappel).
Les matériaux: bois, métaux, matières plastiques (rappel).
Les fonctions mécaniques élémentaires: support, liaison, guidage, lubrification, étanchéité (rappel).

Point 5. Les techniques

Les mêmes techniques qu'à l'étape b) (leçon 4).

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 6. Les attitudes

Les mêmes attitudes qu'à l'étape b) (leçon 4).
Ponctualité et assiduité, autonomie et confiance en soi, sens de l'initiative, sens des responsabilités, capacité d'autocritique, acceptation des remarques.

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Dans cette leçon, tu vas utiliser intégralement le principe « Je fais et j'apprends », puisque tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités ici à partir de l'observation du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

DÉROULEMENT

Point 1: le besoin (problème)

À partir de la maquette fabriquée au cours des étapes a) et b) (leçons 3 et 4) — et notamment à partir de la maquette du système piston-cylindre —, tu vas tenter de découvrir un mécanisme qui permette l'alimentation en carburant et l'échappement des gaz brûlés de telle façon que l'explosion se produise continuellement dans le cylindre.

Comme aux leçons 3 et 4, il te faut établir les schémas technologiques habituels.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, réponds aux questions ci-dessous qui te permettront de tenir compte des aspects importants du problème (question 1: mécanisme; questions 2 et 3: réflexion).

1. Quel mécanisme existant peux-tu utiliser pour résoudre le problème posé au point 1?

   — Le système piston-cylindre. ☐
   — Le système vilebrequin-volant. ☐
   — Le système bielle-vilebrequin. ☐
   — Le système cylindre-bielle. ☐

2. Que cherches-tu à obtenir?

   — Un mouvement de rotation. ☐
   — Un mouvement de translation. ☐
   — Un mouvement de rotation continu. ☐
   — Un mouvement de translation continu. ☐

© Editions Études Vivantes, 1986

3. Comment peux-tu obtenir ce que tu recherches?

— Par l'ajout d'un nouveau mécanisme. ☐

— Par la modification du mécanisme existant. ☐

— Par la modification d'une partie du mécanisme existant. ☐

— Par la modification d'une partie du mécanisme existant et par l'ajout d'un nouveau mécanisme. ☐

Il te faut maintenant schématiser les réponses que tu as fournies aux questions 1, 2 et 3 pour obtenir le schéma de situation du problème (figure 5.1: (a) réponse à la question 1; (b) réflexion; (c) réponses aux questions 2 et 3). Dessine toi-même ces schémas.

Figure 5.1 Schéma de situation du problème.

Schéma de situation de l'objet technique

Comme aux leçons précédentes, tu vas établir le schéma de situation de l'objet technique en tenant compte de cet objet à découvrir et de son environnement (figure 5.2).

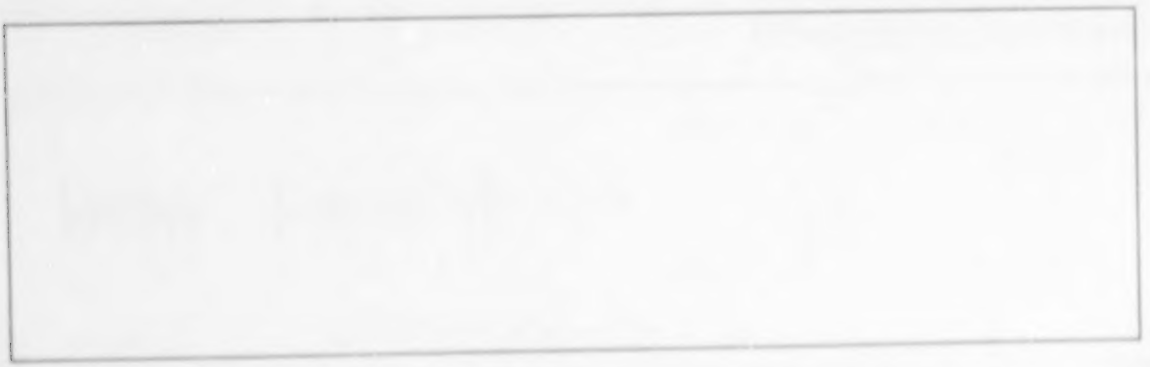


Figure 5.2 Schéma de situation de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Comme au point 1, les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous pourront t'aider à concevoir le schéma de principe représentant le mécanisme d'alimentation du cylindre en carburant et d'échappement des gaz brûlés (les soupapes).

4. Comment peut-on modifier la tête du cylindre pour permettre l'admission du carburant dans le cylindre?

_____

Observe le croquis (a) de la figure 5.3.

5. Comment peut-on modifier la tête du cylindre pour permettre l'échappement des gaz brûlés au cours de l'explosion?

_____

Observe le croquis (b) de la figure 5.3.

6. Quel principe peut-on utiliser pour ouvrir et fermer les trous d'admission du carburant et d'échappement des gaz brûlés?

_____

Observe le croquis (c) de la figure 5.3.

7. Comment peut-on assurer le guidage d'une soupape?

_____

Observe le croquis (d) de la figure 5.3.

8. Comment peut-on assurer la fermeture d'une soupape?

_____

Observe le croquis (e) de la figure 5.3.

Les croquis de la figure 5.3, qui schématisent les réponses aux questions 4, 5, 6, 7 et 8, constituent des schémas de principe partiels.

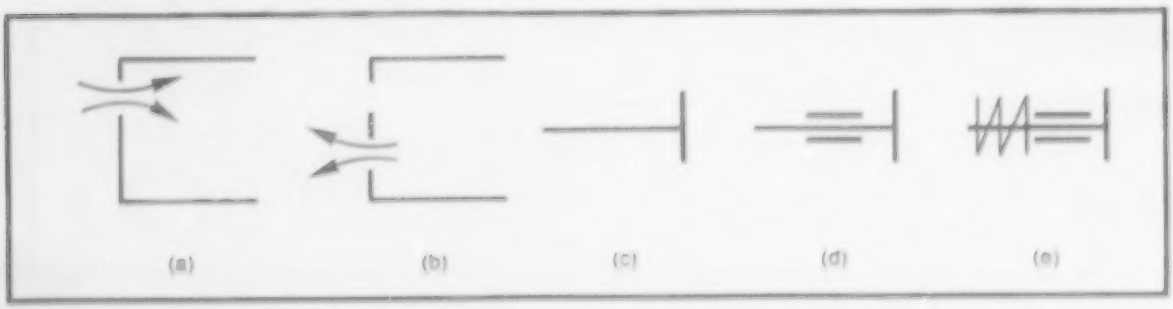


Figure 5.3 Schémas de principe partiels.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Légende
(a) Tête de cylindre modifiée pour permettre l'admission du carburant.
(b) Tête de cylindre modifiée pour permettre l'échappement des gaz brûlés.
(c) Soupape.
(d) Système permettant d'assurer le guidage d'une soupape.
(e) Système permettant d'assurer la fermeture d'une soupape.

Finalement, lorsqu'on représente les o.e., les o.s., les o.i. et les symboles de mouvements et de forces, on obtient le schéma de principe global (figure 5.4).

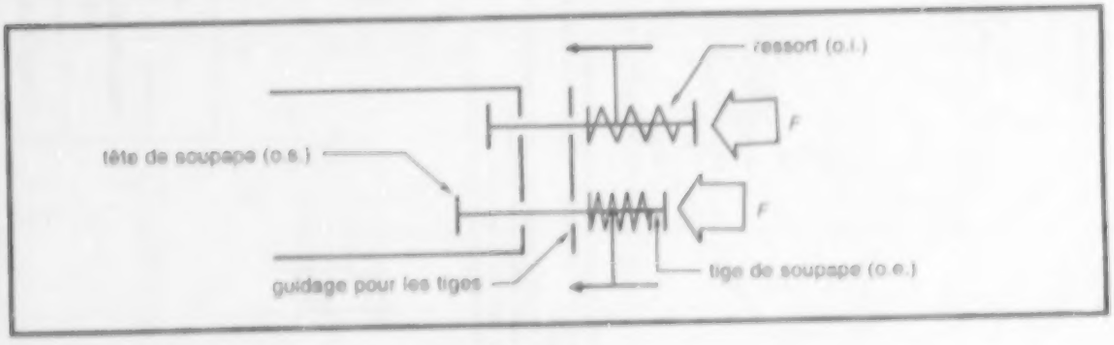


Figure 5.4 Schéma de principe de l'objet technique.

Point 3: les étapes de fabrication

Schéma de construction

Observe les figures E.3 et E.3d (p. 50 et 51) qui représentent la modification de la tête du cylindre par l'ajout de soupapes.

En se basant sur les plans des figures E.3 et E.3d et en tenant compte des quatre types d'organes identifiés à la leçon 4 (p. 35), on obtient le schéma de construction final (figure 5.5).

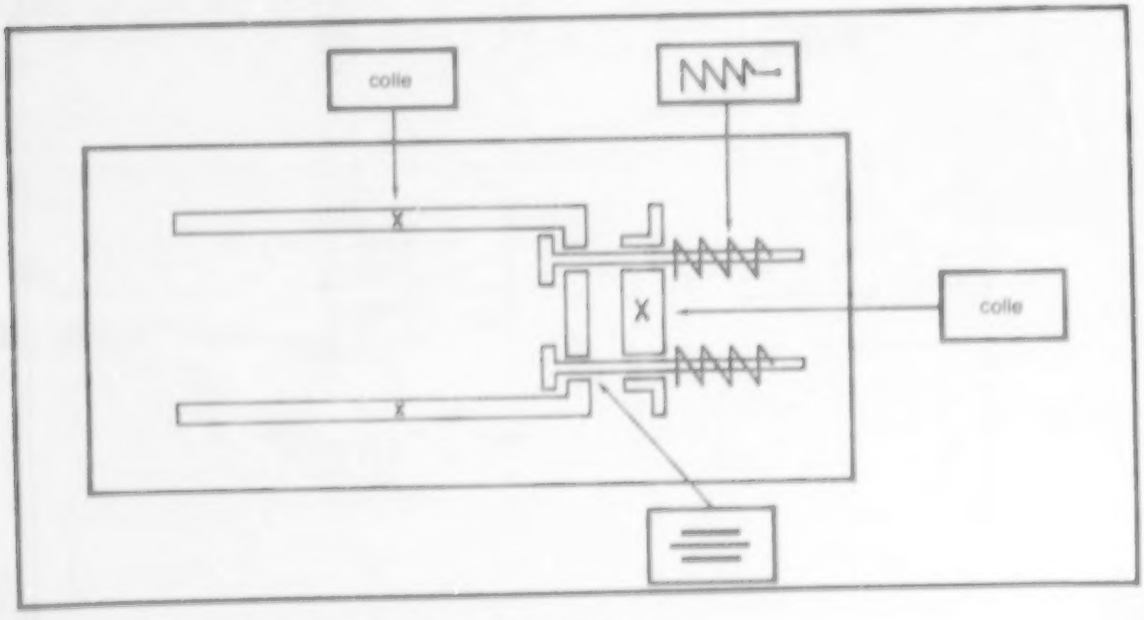
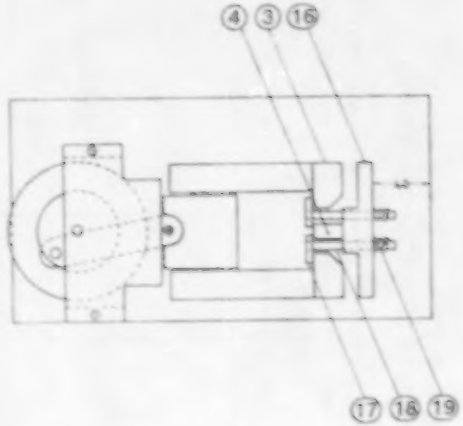


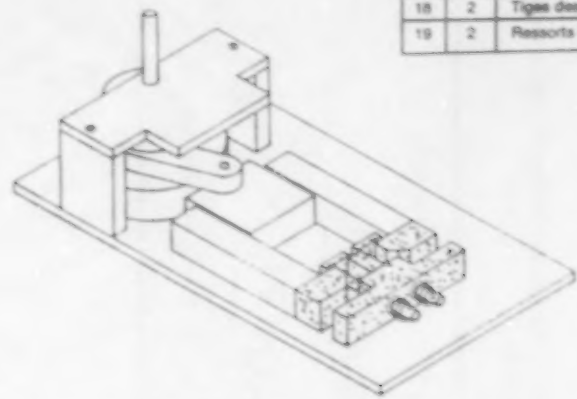
Figure 5.5 Schéma de construction de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

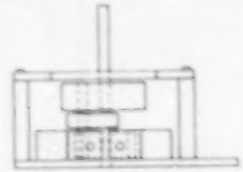
Figure E.3

Pièces		
N°	Qté	Description
3	2	Tête de cylindre
4	1	Partie centrale de la tête de cylindre
16	1	Couvercle des soupapes
17	2	Soupapes
18	2	Tiges des soupapes
19	2	Ressorts de compression





Notes:
— Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— Les pièces n°s 3 et la pièce n° 4 remplacent la pièce n° 3A utilisée aux étapes précédentes.
— Sur les pièces à fabriquer au cours de l'étape c) sont numérotées (elles sont en outre ombrées dans la vue en perspective)
— Pour les détails, voir la figure E.3d.
— Utiliser de la colle blanche là où c'est nécessaire.



Soupapes
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

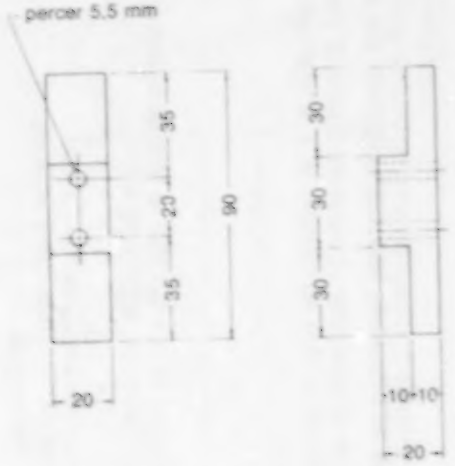
© Éditions Études Vivantes, 1996

© Éditions Études Vivantes, 1986

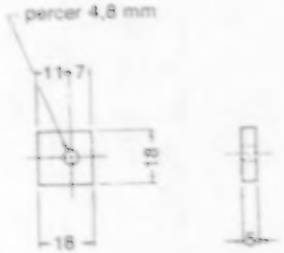
Figure E.3d

③ Tête de cylindre Qté: 2 Matériau: pin

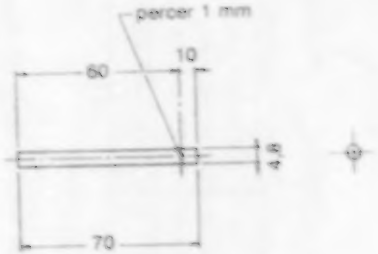
④ Partie centrale de la tête de cylindre Qté: 1 Matériau: pin



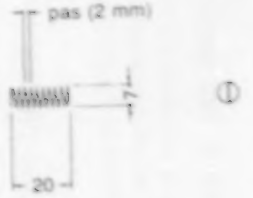
⑯ Couvercle des soupapes Qté: 1 Matériau: pin



⑰ Soupapes Qté: 2 Matériau: pin



⑱ Tiges des soupapes Qté: 2 Matériau: goujon $^{5}/_{16}$" (m.a.)



⑲ Ressorts de compression Qté: 2 Matériau: fil à piano (d = 0,4 mm; l = 300 mm)

Étape c)
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

Point 4: les notions

Comme tu l'as déjà vu à la section « Acquisitions préliminaires », tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités ici à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »), ce qui te permettra d'appliquer le principe « Je fais et j'apprends ».

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

Pour procéder à la construction de cette partie de la maquette, observe les figures E.3 et E.3d, puis identifie les pièces nécessaires à la modification de la tête du cylindre et à la fabrication des soupapes en consultant la figure A.1 (p. 115).

Préparation des pièces

À ce stade, tu vas procéder en deux temps: d'abord, tu vas modifier la tête du cylindre; ensuite, tu vas fabriquer les éléments nouveaux (soupapes, ressorts, supports).

Modification de la tête du cylindre

— Ôte la pièce n° 3A de ta maquette en enlevant la vis qui la fixe à la base.
— Sur cette pièce, reporte les tracés indiqués sur la figure 5.6.

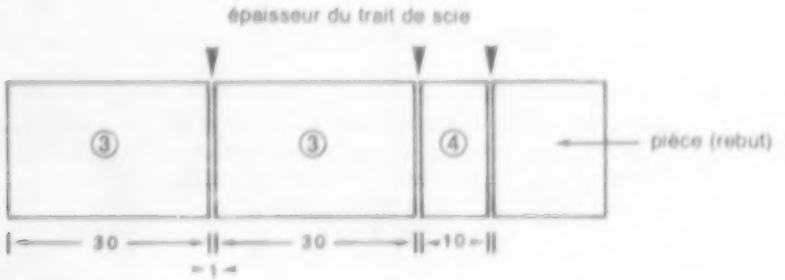


Figure 5.6 Plan de traçage et de débitage de la tête du cylindre.

— Débite la pièce n° 3A en quatre morceaux avec une scie à ruban, conformément aux tracés que tu y as reportés.
— Sur les deux morceaux de 30 × 20 mm (pièces n°s 3), reporte les tracés des chanfreins présentés à la figure 5.7.

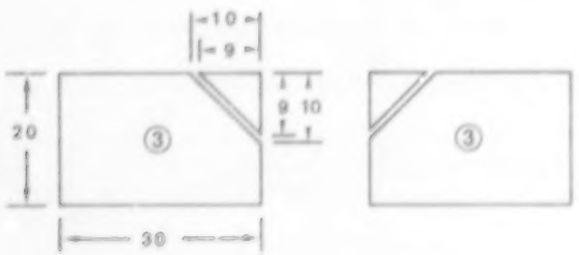


Figure 5.7 Plan de traçage et de débitage des pièces n°s 3.

— Débite les chanfreins avec une scie à ruban, conformément aux tracés de la figure 5.7.
— Ponce toutes les pièces que tu viens de débiter et conserve-les.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Fabrication des éléments nouveaux
Pour fabriquer ces éléments, tu vas utiliser les pièces et accessoires suivants:

— une pièce de pin (20 × 20 × 20, en mm), soit la pièce n° 16;
— deux goujons n°s 4 (4,8 × 70 mm).

Traçage et débitage
— Sur la pièce de pin, reporte les tracés présentés à la figure 5.8.

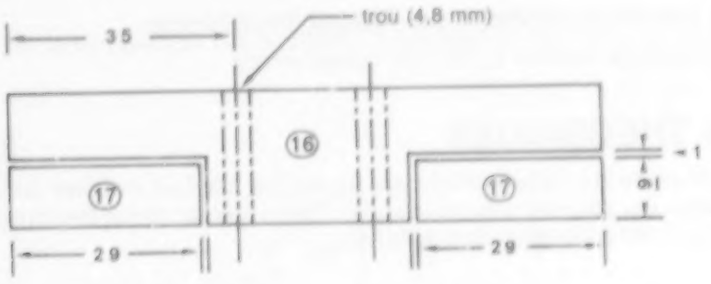


Figure 5.8 Plan de traçage et de débitage du couvercle des soupapes.

— Dans cette pièce n° 16, perce deux trous de 5,5 mm de diamètre, conformément aux données de la figure 5.8. Vérifie si les goujons entrent facilement dans ces trous. Si tel n'est pas le cas, agrandis les trous avec une mèche ou ponce les goujons pour en réduire la section.
— Débite les pièces n°s 17, conformément aux tracés que tu as reportés sur la pièce n° 16.
— Sur ces pièces n°s 17, reporte les tracés des têtes de soupapes, conformément aux indications de la figure 5.9.

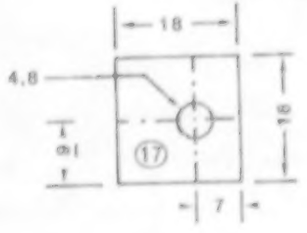


Figure 5.9 Plan de traçage et de débitage des têtes de soupapes.

— Débite les pièces n°s 17, conformément aux tracés que tu y as reportés, et perce les trous de 4,8 mm de diamètre.
— Ponce les têtes de soupapes et le couvercle des soupapes (pièces n°s 17 et 16).
— Dans les goujons, perce des trous avec un petit clou, en respectant les consignes suivantes:
  - poinçonne les goujons là où tu dois faire les trous (pour cela, utilise le clou);
  - sectionne la tête du clou;
  - place le clou étêté dans le mandrin d'une perceuse;
  - maintiens solidement les goujons en place et perce les trous très lentement pour ne pas fendre les goujons.

Ressorts
Ton professeur te fournira les ressorts.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Assemblage des pièces

Pour procéder à cet assemblage, consulte la figure E.2 et respecte les consignes suivantes:

— trace l'emplacement des pièces sur la base;
— fixe avec de la colle les deux pièces n^{os} 3 et la pièce n° 4;
— insère les pièces n^{os} 18 (goujons servant de tiges de soupapes) dans les trous pratiqués dans la pièce n° 16 (couvercle des soupapes), et fixe-les avec de la colle;
— mets en place les ressorts;
— fixe avec de la colle la pièce n° 16.

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si les soupapes ouvrent et ferment correctement.

NOTIONS THÉORIQUES

Pour bien comprendre le fonctionnement des soupapes, il te faut maîtriser certaines notions comme: les types de force qui peuvent s'exercer sur un corps; les fonctions mécaniques élémentaires; les caractéristiques et les propriétés des matériaux.

Les divers types de force

Il existe quatre types de force:

— les forces de traction;
— les forces de compression;
— les forces de cisaillement;
— les forces de torsion.

En consultant le tableau 5.1, tu pourras certainement mieux comprendre ce que sont ces divers types de force. Vérifie si tu as bien compris les définitions et saisi le sens des symboles donnés en trouvant un exemple de chaque type de force.

Tableau 5.1 Les divers types de force.

Type de force	Définition	Symbole	Exemple
Traction	Force qui étire ou qui a tendance à étirer les corps.		
Compression	Force qui comprime ou qui a tendance à comprimer les corps.		
Cisaillement	Force qui coupe ou qui a tendance à couper les corps.		
Torsion	Force qui tord ou qui a tendance à tordre les corps.		

© Éditions Études Vivantes, 1986

9. Dans ta maquette, quel type de force s'exerce et à quel endroit?

Les fonctions mécaniques élémentaires

Tu as déjà étudié ces diverses fonctions à la leçon 4 (p. 38). Afin de parfaire tes connaissances à ce sujet, tu vas maintenant approfondir ces notions et les préciser davantage.

Fonction liaison

Il existe un autre type de liaison partielle: l'articulation. L'articulation peut être soit sphérique, soit cylindrique.

Articulation sphérique
Observe la figure 5.10.

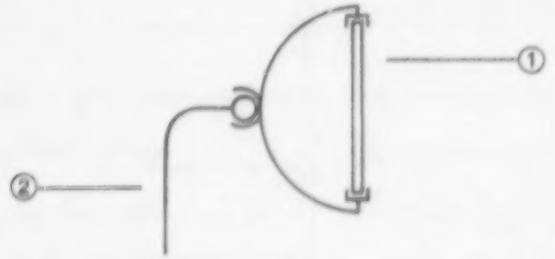


Figure 5.10 Articulation sphérique.

Le boîtier muni d'un miroir (1) peut se déplacer dans plusieurs directions autour de la rotule (2).

Articulation cylindrique
Observe la figure 5.11.

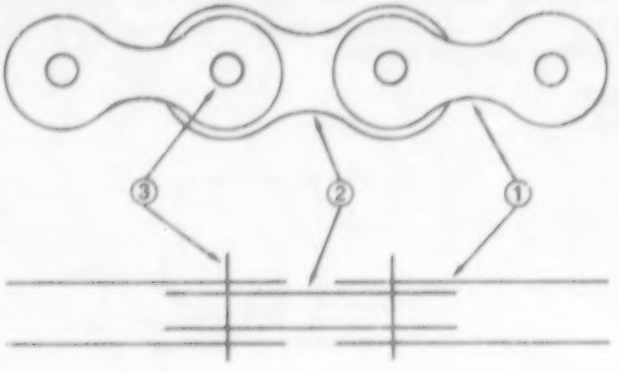


Figure 5.11 Articulation cylindrique.

Le chaînon (1) et le chaînon (2) peuvent se déplacer autour de l'axe (3).

© Éditions Études Vivantes, 1986

Fonction guidage

Il existe deux types de fonction guidage fréquemment rencontrés: le guidage en rotation et le guidage en translation.

Guidage en rotation
Un guidage en rotation permet à la pièce mobile d'effectuer seulement une rotation (les pièces de section circulaire conviennent fort bien à ce type de guidage).

10. Observe la figure 5.12 et souligne les noms:

    — de la pièce guidée;
    — de la pièce qui guide.

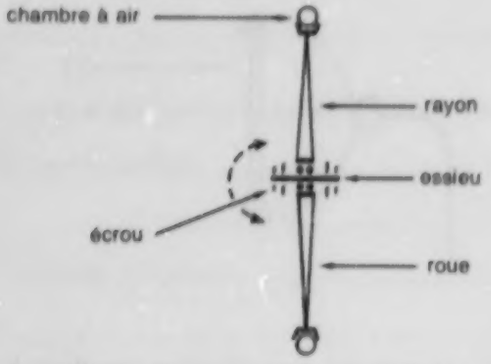


Figure 5.12 Guidage en rotation.

Guidage en translation
Un guidage en translation permet à la pièce mobile d'effectuer seulement une translation (les pièces de section carrée, rectangulaire, triangulaire, etc. conviennent fort bien à ce type de guidage).

11. Observe la figure 5.13 et souligne les noms:

    — de la pièce guidée;
    — de la pièce qui guide.

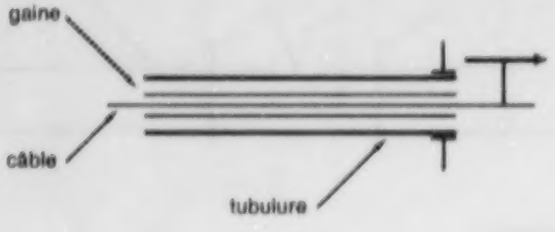


Figure 5.13 Guidage en translation.

© Éditions Études Vivantes, 1986

12. Dans ta maquette, la fonction guidage existe-t-elle? _____

Si oui, de quel type de guidage s'agit-il?

— Guidage en rotation. ☐

— Guidage en translation. ☐

13. En ce qui concerne le guidage en rotation, écris ci-dessous les noms:

— de la ou des pièces guidées. _____

_____

— de la ou des pièces qui guident. _____

_____

14. En ce qui concerne le guidage en translation, écris ci-dessous les noms:

— de la ou des pièces guidées. _____

_____

— de la ou des pièces qui guident. _____

_____

Dans la fonction guidage, il existe un aspect très important caractérisé par le mot *jeu*.

Définition 5.1

Jeu: espace ménagé entre deux pièces pour permettre le mouvement aisé de l'une d'entre elles.

Ainsi, dans ta maquette, il existe un jeu diamétral entre le piston et le cylindre, comme l'illustre la figure 5.14.

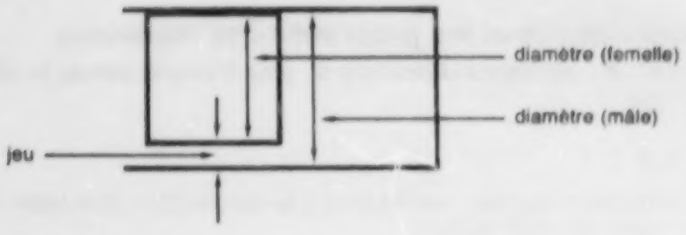


Figure 5.14 Jeu diamétral.

© Éditions Études Vivantes, 1986

15. Dans ta maquette, existe-t-il des jeux diamétraux? _____

Si oui, entre quelle(s) et quelle(s) pièces ces jeux interviennent-ils?

_____

_____

_____

_____

Fonction lubrification

16. Écris ci-dessous les noms des trois types de lubrifiants couramment utilisés dans l'industrie et donne des exemples particuliers de lubrifiants pour chacun d'eux.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Fonction étanchéité

17. Dans ta maquette, la fonction étanchéité doit-elle exister (partie de la maquette construite à la leçon 5 seulement)? _____

Si oui, à quels endroits faut-il surveiller l'étanchéité?

_____

_____

Les caractéristiques et les propriétés des matériaux

Lis attentivement les définitions ci-dessous et, pour chacune d'elles, trouve deux exemples pris dans ta maquette.

Définition 5.2

Matériaux: les diverses matières nécessaires à la construction (d'un bâtiment, d'un ouvrage, d'un navire, d'une machine) (*Petit Robert*).

_____

_____

© Éditions Études Vivantes, 1986

Définition 5.3

Matériel: ensemble des objets, instruments, machines utilisés dans un service, une exploitation (*Petit Robert*).

Définition 5.4

Matière: substance étendue, divisible, pesante et susceptible de toutes sortes de formes (*Petit Larousse*).

Définition 5.5

Matière brute: matière qui est restée à l'état de nature, qui n'a pas été façonnée, polie (*Petit Larousse*).

Définition 5.6

Matière première: matière non encore transformée par le travail, par la machine (*Petit Robert*).

Les matériaux ligneux

En ce qui concerne le bois, la figure 5.15 te permet de faire la distinction entre:

— la matière brute(a);
— la matière première(b);
— le matériau(c).

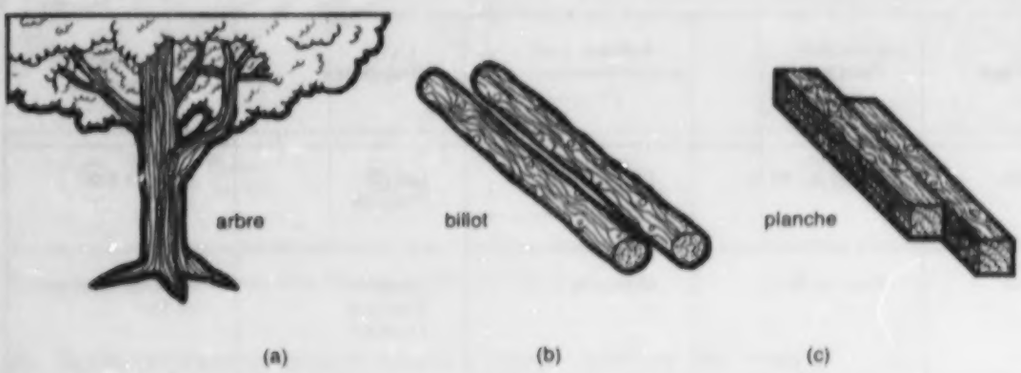


Figure 5.15 Diverses étapes de traitement du bois.

© Éditions Études Vivantes, 1986

On classe les arbres en deux grandes catégories: les arbres à bois dur et les arbres à bois tendre.

Les arbres à bois dur
Ce sont des arbres dits encore à feuilles caduques (c'est-à-dire qu'ils perdent périodiquement leurs feuilles) et dont l'érable et le merisier constituent des exemples caractéristiques.

Les arbres à bois tendre
Ce sont des arbres appelés encore résineux ou conifères ou à feuilles persistantes (c'est-à-dire qu'ils ne perdent pas leurs feuilles) et dont l'épinette et le pin constituent des exemples caractéristiques.

18. Écris ci-dessous les noms des trois principales parties d'un arbre.

_____

_____

_____

19. Selon toi, laquelle de ces parties a la plus grande valeur commerciale?

_____

Les matériaux métalliques

On classe les matériaux métalliques en deux grandes catégories: les matériaux *ferreux* (qui contiennent du fer) et les matériaux *non ferreux* (qui ne contiennent pas de fer).

On appelle *alliage* un mélange de deux ou plusieurs métaux.

Les tableaux 5.2, 5.3 et 5.4 présentent quelques matériaux ferreux (alliages à base de fer) et quelques matériaux non ferreux (purs ou alliés) utilisés pour la fabrication d'objets techniques.

Tu peux compléter ces tableaux en observant les échantillons que ton professeur te montre.

Tableau 5.2 Matériaux ferreux (alliages à base de fer).

Alliage	Fer (%)	Autres (carbone) (%)	Propriétés*	Exemples d'utilisations
Fonte	Moins de 98 %	Plus de 2 %	Dureté Fragilité	Poêle à bois
Acier	Plus de 98 %	Moins de 2 %	Ténacité Élasticité Ductilité	Rails de chemin de fer

*Les définitions de ces propriétés figurent au tableau 7.2.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Tableau 5.3 Matériaux non ferreux (métaux purs).

Métal	Propriétés*	Exemples d'utilisations
Cuivre	Ductilité Malléabilité Conduction de l'électricité	Fils électriques Tuyauterie
Aluminium	Ductilité Malléabilité Légèreté	Transports Construction
Plomb	Malléabilité	Imprimerie Fabrication de piles
Nickel	Dureté Résistance à la corrosion	Ajout à l'acier pour en augmenter la dureté
Chrome	Dureté Faible ténacité	Revêtements protecteurs Ajout à certains alliages
Zinc	Ductilité Malléabilité Résistance à la corrosion	Galvanisation de l'acier Fabrication de piles
Étain	Malléabilité Résistance à la corrosion	Fabrication de plats et de contenants

*Les définitions de ces propriétés figurent au tableau 7.2.

Tableau 5.4 Matériaux non ferreux (alliages).

Alliage	Métal 1 (%)	Métal 2 (%)	Propriétés*	Exemples d'utilisations
Bronze	Cuivre (70 %)	Étain (30 %)	Plus grande résistance que le cuivre	Robinetterie Visserie
Laiton	Cuivre (60 %)	Zinc (40 %)	Plus grande résistance que le cuivre	Robinetterie Visserie

*Les définitions de ces propriétés figurent au tableau 7.2

20. Quelle propriété de certains métaux permet de fabriquer des ressorts?

_____

© Éditions Études Vivantes, 1986

LEÇON 6

RAPPEL

Voici les aspects importants que tu dois maîtriser pour pouvoir continuer la réalisation de ta maquette:

— Les divers types de force.
— La schématisation.
— Les fonctions mécaniques élémentaires.
— Les caractéristiques et les propriétés des matériaux.
— Les techniques.
— Les attitudes.

Objectif terminal 6
À la fin de cette leçon, tu pourras construire une partie des mécanismes qui permettent de transmettre le mouvement du vilebrequin aux soupapes, et ce de telle sorte que l'ouverture et la fermeture de celles-ci seront synchronisées de façon appropriée avec le fonctionnement du moteur à combustion interne.

L'objectif terminal 6 correspond à l'étape d): fabrication du système engrenages-cames.

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 6, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, une partie de la transmission du mouvement du vilebrequin aux soupapes, sans oublier que l'ouverture et la fermeture automatiques de celles-ci devront être synchronisées avec le mouvement du piston et du vilebrequin.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente le système engrenages-cames relié au vilebrequin.

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction des engrenages et des cames.

Point 4. Les notions

Les mécanismes de transmission de mouvement (suite):

— le système d'engrenages;
— le système poulies-courroies;
— le système de roues de friction;
— le système chaînes-roues dentées;
— le système came-galet.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Les mécanismes de transformation de mouvement (suite):

— le système vis-écrou;
— le système pignon-crémaillère;
— le système came-galet;
— le système bielle-manivelle.

Les matériaux: fibres de verre, matières plastiques.

Point 5. Les techniques

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Moulage.
Procédés de fabrication.

Point 6. Les attitudes

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Capacité d'intégration à l'environnement.
Sens de la collaboration.

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Comme à la leçon 5, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités dans cette leçon à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

DÉROULEMENT

Point 1: le besoin (problème)

À partir des éléments déjà construits de ta maquette, tu vas tenter de découvrir des mécanismes qui permettront l'ouverture et la fermeture automatiques des soupapes en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin.

Comme dans les leçons précédentes, tu vas maintenant établir les schémas technologiques nécessaires au bon déroulement de ta recherche.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, réponds aux questions ci-dessous (question 1: mécanisme; questions 2, 3 et 4: réflexion).

© Éditions Études Vivantes, 1986

1. Quel mécanisme existant dois-tu modifier ou transformer pour résoudre le problème posé au point 1?

   — Le système piston-cylindre. ☐
   — Le système vilebrequin-volant. ☐
   — Le système bielle-vilebrequin. ☐
   — Les soupapes. ☐

2. Que cherches-tu à obtenir?

   — Un mouvement de rotation. ☐
   — Un mouvement de translation. ☐
   — Un mouvement de rotation continu. ☐
   — Un mouvement de translation continu. ☐
   — Un mouvement de va-et-vient. ☐

3. Comment peux-tu obtenir ce que tu recherches?

   — Par l'ajout d'un nouveau mécanisme. ☐
   — Par la modification du mécanisme existant. ☐
   — Par la modification d'une partie du mécanisme existant. ☐
   — Par la modification d'une partie du mécanisme existant et par l'ajout d'un nouveau mécanisme. ☐

4. Quelle partie du vilebrequin dois-tu modifier?

   — La partie supérieure. ☐
   — Le volant. ☐
   — La petite roue. ☐

En schématisant les réponses que tu as fournies aux questions 1, 2, 3 et 4, tu obtiendras le schéma de situation du problème (figure 6.1: (a) réponse à la question 1; (b) réponse à la question 2; (c) réponses aux questions 3 et 4).

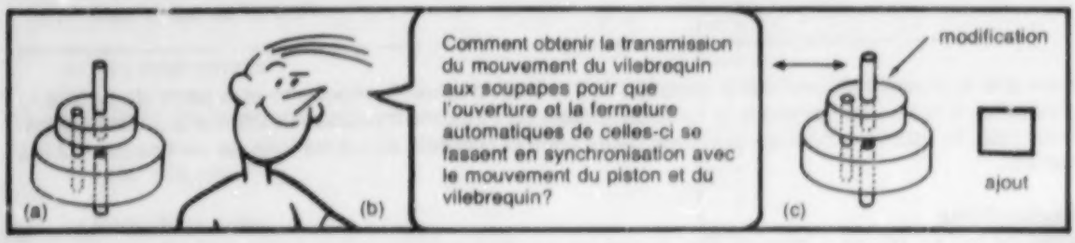


Figure 6.1 Schéma de situation du problème.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Schéma de situation de l'objet technique

En tenant compte des aspects habituels, établis le schéma de situation de l'objet technique (figure 6.2).

Figure 6.2 Schéma de situation de l'objet technique.

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Comme au point 1, les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous t'aideront à concevoir le schéma de principe représentant les mécanismes qui permettront de transmettre le mouvement du vilebrequin aux soupapes de telle sorte que l'ouverture et la fermeture de celles-ci puissent se produire (le système engrenages-cames).

5. Quel mécanisme peut-on utiliser pour transformer le mouvement de rotation du vilebrequin en mouvement de translation des soupapes?

   — Une corde. ☐
   — Une came. ☐
   — Une manivelle. ☐
   — Une roue. ☐

6. Où doit-on placer les cames et pourquoi?

   — Sur le vilebrequin lui-même. ☐
   — Sur une autre pièce reliée au vilebrequin. ☐

Pour que tu puisses répondre à la question 6, il te faut observer ta maquette et, à partir de ce que tu constates, il te faut comprendre le fonctionnement du moteur à combustion interne à quatre temps. Pour cela, lis attentivement les données ci-dessous et réponds aux questions de vérification qui les suivent.

Explications
Voici ce qui se passe à chacun des quatre temps du fonctionnement d'un moteur à combustion interne.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Premier temps
Premier demi-tour du vilebrequin: la soupape d'admission s'ouvre et laisse les gaz frais pénétrer dans le cylindre; le piston s'éloigne de la tête du cylindre (*admission*).

Deuxième temps
Deuxième demi-tour du vilebrequin: les deux soupapes sont fermées; le piston se rapproche de la tête du cylindre et comprime les gaz (*compression*).

Troisième temps
Troisième demi-tour du vilebrequin: l'étincelle produite par la bougie provoque la combustion des gaz; le piston s'éloigne de la tête du cylindre (*combustion*).

Quatrième temps
Quatrième demi-tour du vilebrequin: la soupape d'échappement s'ouvre; le piston se rapproche de la tête du cylindre et évacue les gaz brûlés (*échappement*).

7. Pour que les quatre temps se produisent, combien de révolutions (cycles ou tours) le vilebrequin doit-il faire? _____

8. Pour que les quatre temps se produisent, combien de fois les soupapes doivent-elles s'ouvrir? _____

9. Si on place les cames sur le vilebrequin lui-même, combien de fois les soupapes vont-elles s'ouvrir? _____

Observations
Si on place les cames directement sur le vilebrequin, les soupapes s'ouvriront chacune deux fois, alors qu'elles ne doivent s'ouvrir chacune qu'une fois pour que les quatre temps se produisent.

Cette observation te permet maintenant de répondre à la question 6.

Il faut donc que le mécanisme qui permet de transformer le mouvement de rotation du vilebrequin en mouvement de translation des soupapes (les cames) tourne deux fois moins vite que le vilebrequin lui-même (autrement dit, il faut que ce mécanisme fasse un seul tour pendant que le vilebrequin en fait deux).

10. Compte tenu des observations ci-dessus, quel mécanisme peut-on utiliser pour transmettre le mouvement du vilebrequin aux cames?

— Une corde et une poulie. ☐
— Une chaîne et une roue dentée. ☐
— Des roues de friction. ☐
— Des engrenages. ☐

11. Comment peut-on relier les cames aux engrenages?

— Avec des vis. ☐
— Avec de la colle. ☐
— Avec des clous. ☐

© Éditions Études Vivantes, 1986

12. Quel élément peut-on utiliser pour maintenir en place ce système engrenages-cames?

— De la corde. ☐

— Un support de guidage. ☐

— De la colle. ☐

— Un goujon et un support de guidage. ☐

Les croquis de la figure 6.3, qui schématisent les réponses aux questions 5, 6, 10, 11 et 12, constituent des schémas de principe partiels.

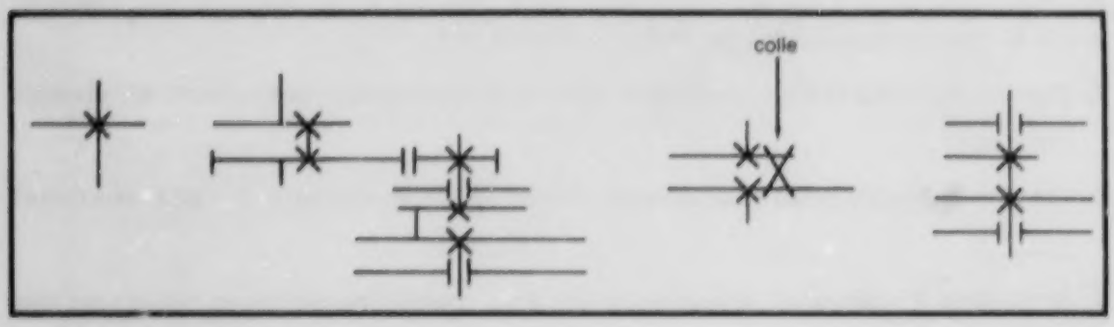


Figure 6.3 Schémas de principe partiels.

Comme dans les leçons précédentes, lorsqu'on représente les o.e., les o.s., les o.i. et les symboles de mouvements et de forces, on obtient le schéma de principe global (figure 6.4.).

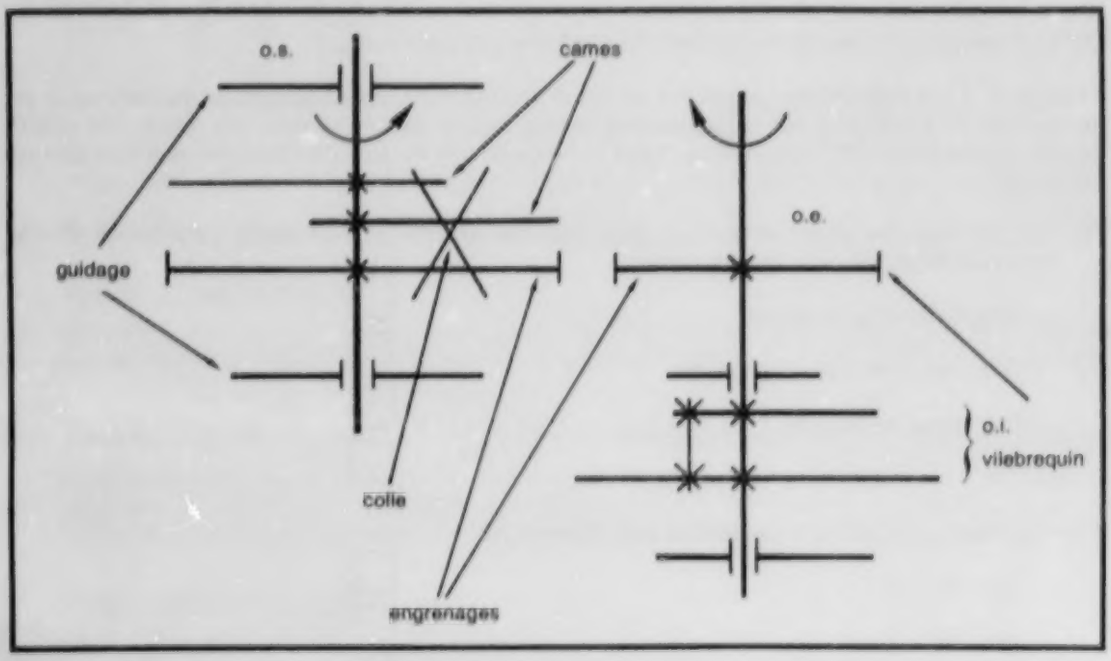


Figure 6.4 Schéma de principe de l'objet technique.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 3: les étapes de fabrication

Schéma de construction

Observe les figures E.4 et E.4d (p. 70 et 71) qui représentent sous forme de plans l'ajout à la maquette des engrenages et des cames.

En se basant sur ces figures et en tenant compte des quatre types d'organes identifiés à la leçon 4 (p. 35), on obtient le schéma de construction final (figure 6.5).

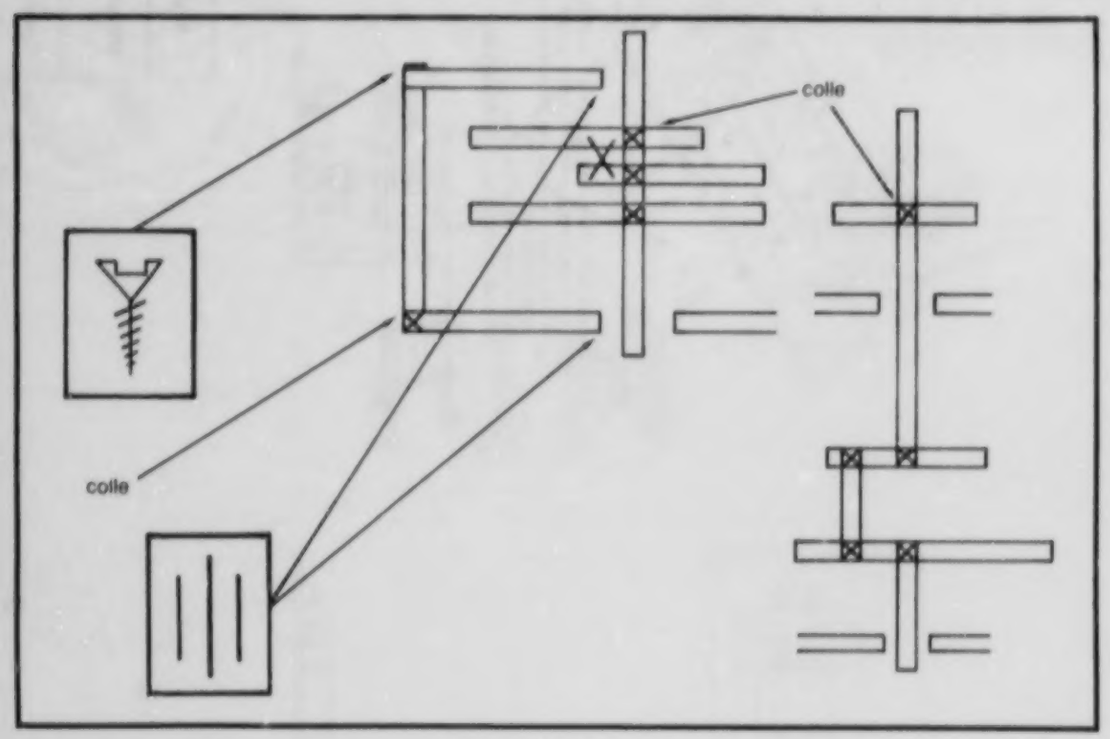


Figure 6.5 Schéma de construction de l'objet technique.

Point 4: les notions

Comme à la leçon 5, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités ici à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

À cette étape, tu dois fabriquer des pièces complexes (tant à cause des matériaux utilisés que des procédés de fabrication) et d'autres plus simples, qui font appel à des techniques que tu as déjà utilisées, et pour la construction desquelles tu dois consulter les données des figures E.4, E.4d et A.1.

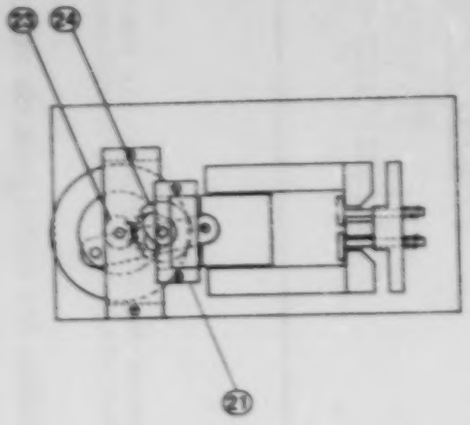
Préparation des pièces

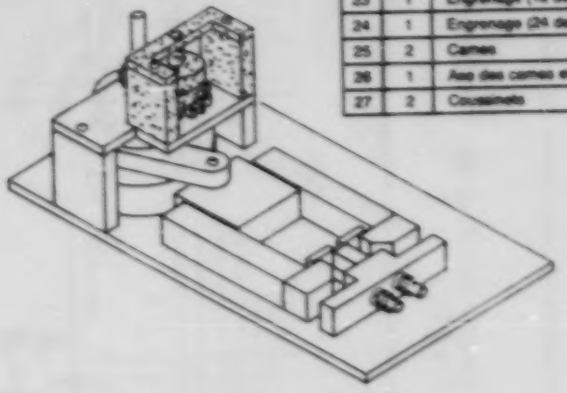
Fabrication des engrenages et des cames

Ton professeur construira les engrenages et les cames en fibre de verre, puis il t'expliquera comment préparer ces pièces pour les utiliser dans ta maquette.

© Éditions Études Vivantes, 1986

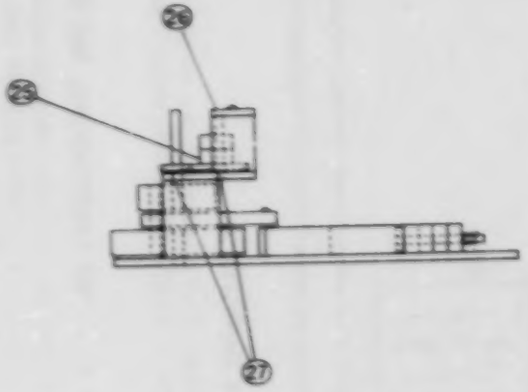
Figure E.4

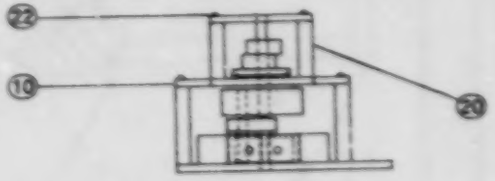




Pièces		
N°	Qte	Description
10	1	Couvercle du vilebrequin
20	2	Supports latéraux supérieurs
21	1	Couvercle des cames et du rotor
22	2	Vis à tête ronde
23	1	Engrenage (12 dents)
24	1	Engrenage (24 dents)
25	2	Cames
26	1	Axe des cames et du rotor
27	2	Coussinets

Notes: — Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— Après modifications, la pièce n° 10A devient la pièce n° 10.
— Seules les pièces nouvelles sont numérotées (elles sont en outre ombrées dans la vue en perspective).
— Pour les détails, voir la figure E.4d.
— Utiliser de la colle blanche là où c'est nécessaire.



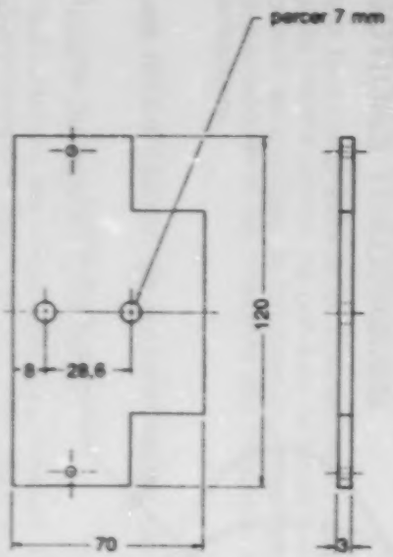


Système engrenages-cames
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

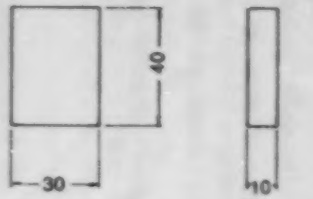
© Éditions Études Vivantes, 1986

© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure E.4d

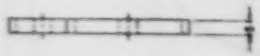


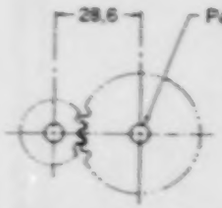
⑩ Pièce n° 10A modifiée



⑳ Supports latéraux supérieurs Qté: 2
Matériau: pin

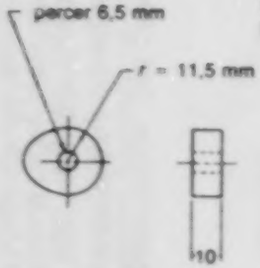
㉖ Axe des cames Qté: 1
Matériau: goujon $^{1}/_{8}$" (m.a.)
50 6,5



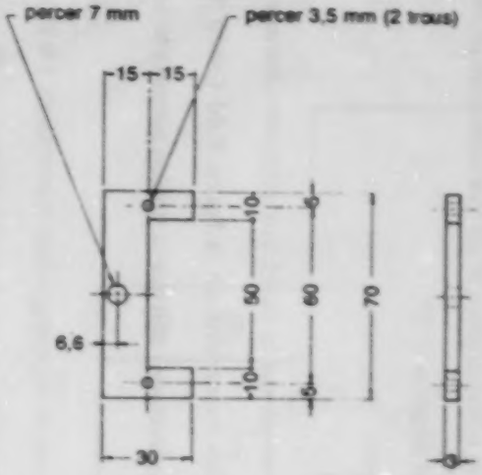


㉔ Engrenage 24 dents Qté: 1 N° P.D. 16
Matériau: fibre de verre moulée
(*d* int. = 34,43 mm; *d* prim. = 38,10 mm;
d ext. = 41,28 mm)

㉓ Engrenage 12 dents Qté: 1 N° P.D.* 16
Matériau: fibre de verre moulée
(*d* int. = 15,38 mm; *d* prim. = 19,05 mm;
d ext. = 22,23 mm)
*P.D.: pas diamétral



㉕ Cames Qté: 2 Matériau: fibre de verre moulée (voir gabarit)



㉑ Couvercle des cames Qté: 1
Matériau: masonite

㉒ Vis à tête plate Qté: 2
Vis à empreinte carrée (*d* = 3 mm;
l = 15 mm)
Utiliser des vis à bois n° 6 [*l* = $^{3}/_{8}$" (m.a.)]

㉗ Coussinets Qté: 2
(*d* int. = 8 mm; *d* ext. = 19 mm;
l = 1,8 mm)
Utiliser des rondelles plates pour vis à machine $^{5}/_{16}$" (m.a.)

Étape d)
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

Fabrication du système de support des engrenages et des cames
Pour fabriquer ce système, tu vas utiliser les pièces et accessoires suivants:

— un goujon de 65 mm de diamètre et de 50 mm de longueur (pièce n° 26);
— deux pièces de pin (30 × 40 × 10, en mm); pour cela, utilise la pièce n° 20 que tu coupes en deux morceaux;
— une pièce de masonite (70 × 40 × 3, en mm), soit la pièce n° 21.

Traçage et débitage

— Ôte la pièce n° 10A de ta maquette en enlevant les vis qui la fixent aux supports latéraux du système bielle-vilebrequin-volant.
— Dans cette pièce, perce un trou conformément aux indications de la figure E.4d (pièce 10A modifiée).
— Élargis ce trou avec une queue-de-rat (lime à bois cylindrique) afin que le goujon puisse y tourner librement.

Assemblage des pièces

Pour procéder à cet assemblage, consulte la figure E.4 et respecte les consignes suivantes:

— insère le goujon dans le grand engrenage de telle sorte qu'il dépasse de 5 mm;
— insère l'autre extrémité du goujon dans les cames;
— dépose un peu de colle entre ces pièces (entre les deux cames et entre la came inférieure et le grand engrenage);
— dispose les cames de telle sorte que leurs grands axes fassent entre eux un angle de 90° (figure 6.6);

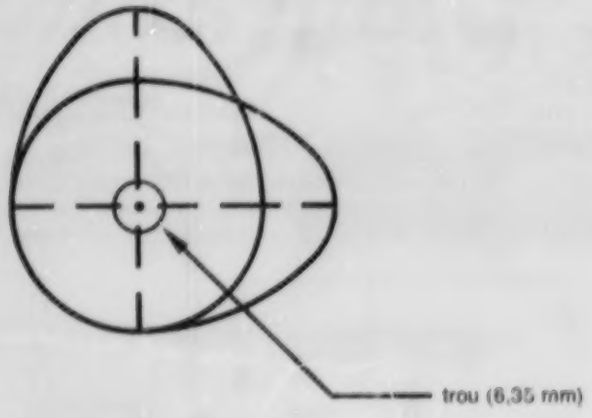


Figure 6.6 Positions relatives des deux cames.

— serre toutes ces pièces ensemble;
— visse de nouveau la pièce n° 10 à sa place originelle;
— colle les deux parties de la pièce n° 20 sur la pièce n° 10, conformément aux indications de la figure 6.7;

© Éditions Études Vivantes, 1986

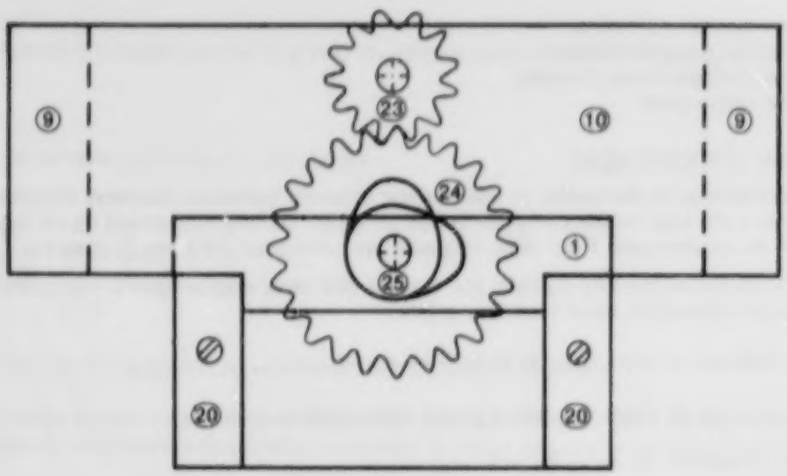


Figure 6.7 Assemblage des engrenages et des cames sur la maquette.

— installe le petit engrenage (pignon) sur l'axe du vilebrequin et place un coussinet (rondelle, pièce n° 27) entre cet engrenage et la pièce n° 10; si le petit engrenage glisse trop facilement sur l'axe du vilebrequin, colle ces pièces ensemble pour que l'engrenage soit entraîné par l'axe;
— installe l'assemblage du grand engrenage et des cames sur la pièce n° 10, en insérant le goujon dans le trou libre de cette pièce et en plaçant un coussinet (rondelle, pièce n° 27) entre le grand engrenage et la pièce n° 10;
— installe la pièce n° 21 par-dessus l'assemblage des engrenages et des cames en insérant le goujon dans le trou de 7 mm pratiqué dans cette pièce;
— fixe la pièce n° 21 aux deux morceaux de la pièce n° 20 à l'aide de deux vis (pièces n°s 22).

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si le système des engrenages et des cames tourne bien avec le vilebrequin.

NOTIONS THÉORIQUES

Pour bien comprendre le fonctionnement du système engrenages-cames, il te faut maîtriser certaines nctions comme: les principes de fonctionnement des mécanismes de transmission de mouvement; les principes de fonctionnement des mécanismes de transformation de mouvement; les caractéristiques et les propriétés des matériaux; les procédés de fabrication de certaines pièces particulières.

Les mécanismes de transmission de mouvement

Rappel du besoin (problème)

Il faut construire des mécanismes qui permettent d'obtenir ultérieurement l'ouverture et la fermeture automatiques des soupapes en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin. Par ailleurs, il faut que les soupapes s'ouvrent chacune une fois pendant que le vilebrequin fait deux tours. Il faut donc rechercher un mécanisme qui permette aux cames de faire un seul tour pendant que le vilebrequin lui-même en fait deux. Ce mécanisme est le système d'engrenages. Toutefois, le système d'engrenages n'est pas le seul mécanisme qui permette d'obtenir une réduction (ou une multiplication) du mouvement qu'il transmet. En effet, les mécanismes suivants permettent d'obtenir le même résultat:

© Éditions Études Vivantes, 1986

— le système poulies-courroies;
— le système de roues de friction;
— le système chaînes-roues dentées;
— le système came-galet.

Le système d'engrenages

En faisant fonctionner ta maquette, tu vas pouvoir recueillir certaines données importantes que tu traiteras par la suite pour mieux comprendre les principes de fonctionnement de ce mécanisme de transmission de mouvement. Pour cela, respecte les consignes données ci-dessous.

— À l'aide d'une craie, fais une marque sur chacun des deux engrenages à leur point de contact.
— Fais faire au vilebrequin deux tours complets.

13. Note le nombre de tours que fait le petit engrenage. _____

    Note le nombre de tours que fait le grand engrenage. _____

14. Compte le nombre de dents du petit engrenage. _____

    Compte le nombre de dents du grand engrenage. _____

15. Mesure le diamètre du petit engrenage. _____

    Mesure le diamètre du grand engrenage. _____

— Maintenant, effectue les traitements indiqués ci-dessous à partir des données que tu viens de recueillir.

16. Calcule le rapport entre le nombre de dents du petit engrenage et celui du grand engrenage.

$$\frac{n \text{ dents du petit engrenage}}{n \text{ dents du grand engrenage}} = \frac{____}{____} = \frac{____}{____} \qquad (1)$$

17. Calcule le rapport entre le diamètre du petit engrenage et celui du grand engrenage.

$$\frac{d \text{ du petit engrenage}}{d \text{ du grand engrenage}} = \frac{____}{____} = \frac{____}{____} \qquad (2)$$

18. Calcule le rapport entre le nombre de tours que fait le grand engrenage et celui que fait le petit engrenage.

$$\frac{n \text{ tours du grand engrenage}}{n \text{ tours du petit engrenage}} = \frac{____}{____} = \frac{____}{____} \qquad (3)$$

19. Ces trois rapports que tu viens de calculer sont-ils égaux? _____

    Si oui, on peut affirmer que le rapport (3) est égal au rapport (1), c'est-à-dire que

$$\frac{n \text{ tours du grand engrenage}}{n \text{ tours du petit engrenage}} = \frac{n \text{ dents du petit engrenage}}{n \text{ dents du grand engrenage}}$$

soit

$$n \text{ tours du grand engrenage} = \frac{n \text{ dents du petit engrenage}}{n \text{ dents du grand engrenage}} \times n \text{ tours du petit engrenage} \qquad (4)$$

© Éditions Études Vivantes, 1986

Exercice 6.1
Calcule le nombre de tours que fait le grand engrenage quand le petit engrenage fait 10 tours.

Solution
En utilisant la formule générale (4), on obtient

$$\begin{matrix} n \text{ tours} \\ \text{du grand} \\ \text{engrenage} \end{matrix} = \frac{1}{2} \times 10$$
$$= 5$$

En faisant fonctionner ta maquette, vérifie si cette réponse est exacte.

Fais faire 10 tours au vilebrequin (le petit engrenage fait également 10 tours, puisqu'il est relié directement à l'axe du vilebrequin) et compte le nombre de tours que fait le grand engrenage.

La réponse est _____ tours.

On peut par ailleurs utiliser la formule générale (4) pour obtenir une formule mathématique encore plus générale qui permet de calculer la vitesse de rotation du grand engrenage. Pour cela, il faut employer une terminologie technique conforme aux définitions suivantes:

— le petit engrenage, qui entraîne le grand est l'*organe moteur*;
— le grand engrenage, qui est entraîné par le petit est l'*organe récepteur*;
— le nombre de tours par unité de temps équivaut à la *vitesse de rotation*.

La formule générale (4) devient ainsi

$$\begin{matrix} v \\ \text{de l'organe} \\ \text{récepteur} \end{matrix} = \frac{n \text{ dents de l'organe moteur}}{n \text{ dents de l'organe récepteur}} \times \begin{matrix} v \\ \text{de l'organe} \\ \text{moteur} \end{matrix} \qquad (5)$$

Exercice 6.2
En utilisant la formule générale (5), complète le tableau 6.1.

Tableau 6.1 Calcul des vitesses de rotation de l'organe récepteur.

n dents de l'organe moteur	4	7	18	36
n dents de l'organe récepteur	12	28	6	18
v de l'organe moteur (r/min)	9	16	15	17
v de l'organe récepteur (r/min)	_____	_____	_____	_____

© Éditions Études Vivantes, 1986

On peut en outre utiliser les diamètres des organes moteur et récepteur au lieu de leurs nombres de dents.

La formule générale (4) devient alors

$$v_{\text{de l'organe récepteur}} = \frac{d \text{ de l'organe moteur}}{d \text{ de l'organe récepteur}} \times v_{\text{de l'organe moteur}} \qquad (6)$$

Exercice 6.3
En utilisant la formule générale (6), complète le tableau 6.2.

Tableau 6.2 Calcul des vitesses de rotation de l'organe récepteur.

d de l'organe moteur (cm)	14	6	42	57
d de l'organe récepteur (cm)	42	30	14	19
v de l'organe moteur (r/min)	18	50	7	15
v de l'organe récepteur (r/min)	———	———	———	———

Les autres mécanismes

Ces autres mécanismes qui ont pour fonction de **transmettre** un mouvement, en le réduisant ou en le multipliant, sont:

— le système poulies-courroies;
— le système de roues de friction;
— le système chaînes-roues dentées;
— le système came-galet.

Ton professeur va te montrer et t'expliquer le fonctionnement de ces mécanismes.

20. Pourquoi dit-on de certaines bicyclettes qu'elles ont dix vitesses?

_____

_____

_____

Observe une bicyclette à dix vitesses et compte le nombre de dents des organes moteurs (grand plateau **A** et petit plateau **B**) et celui des organes récepteurs (dans l'ordre décroissant, pignons **C, D, E, F** et **G**). Inscris ces données dans le tableau 6.3.

Calcule les vitesses de rotation des organes récepteurs lorsque les organes moteurs font un tour par seconde. Inscris tes réponses dans le tableau 6.3.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Tableau 6.3 Nombre de dents des organes moteurs et des organes récepteurs d'une bicyclette à dix vitesses, et calcul des vitesses de rotation des organes récepteurs.

Organes moteurs \ Organes récepteurs		C	D	E	F	G
	n dents	_____	_____	_____	_____	_____
A (1 r/s)	_____	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s
B (1 r/s)	_____	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s	_____ r/s

Si les plateaux (organes moteurs **A** et **B**) font 30 tours par minute, calcule les vitesses de rotation des 5 organes récepteurs (lorsque l'organe moteur est le grand plateau **A** et lorsque c'est le petit plateau **B**). Inscris tes réponses dans le tableau 6.4; pour effectuer tes calculs, utilise la formule générale (5).

Tableau 6.4 Calcul des vitesses de rotation des organes récepteurs d'une bicyclette à dix vitesses.

Organes moteurs \ Organes récepteurs	C	D	E	F	G
A (30 r/min)	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min
B (30 r/min)	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min	_____ r/min

21. À partir des données du tableau 6.4, comment peux-tu calculer, pour chacune des dix vitesses, la vitesse de la bicyclette, en mètres par minute?

_____

_____

Inscris tes réponses dans le tableau 6.5.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Tableau 6.5 Calcul de la vitesse d'une bicyclette pour chacune des dix vitesses.

Organes moteurs \ Organes récepteurs	C	D	E	F	G
A	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min
B	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min	_____ m/min

22. À partir des données du tableau 6.5, comment peux-tu calculer maintenant, toujours pour chacune des dix vitesses, la vitesse de la bicyclette en kilomètres à l'heure?

_____

_____

Inscris tes réponses dans le tableau 6.6.

Tableau 6.6 Calcul de la vitesse d'une bicyclette pour chacune des dix vitesses.

Organes moteurs \ Organes récepteurs	C	D	E	F	G
A	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h
B	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h	_____ km/h

Les mécanismes de transformation de mouvement

Le système vis-écrous

Pour comprendre ce mécanisme, il te faut d'abord comprendre ce qu'est le mouvement hélicoïdal.

Définition 6.1

Mouvement hélicoïdal: quand, dans un mécanisme, une pièce effectue simultanément un mouvement de rotation et un mouvement de translation, on a affaire à un mouvement hélicoïdal.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Observe l'exemple de mouvement hélicoïdal illustré à la figure 6.8.

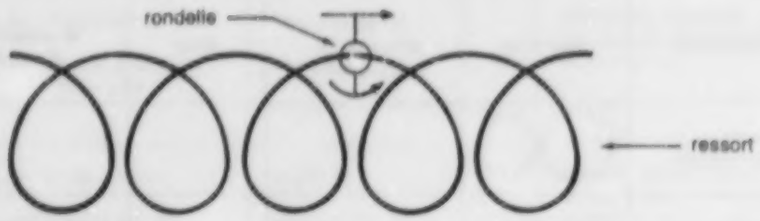


Figure 6.8 Mouvement hélicoïdal.

D'après le croquis de la figure 6.8, tu constates que, lorsqu'on déplace la rondelle sur la tige qui constitue le ressort, elle effectue un mouvement hélicoïdal.

Voici quelques exemples de pièces ou de mécanismes qui fonctionnent selon le principe du mouvement hélicoïdal:

— un écrou;
— un robinet.

Le système pignon-crémaillère

Dans ce mécanisme, le pignon est un engrenage et la crémaillère une tige droite dentée.

On utilise notamment ce système pour contrôler la direction d'une automobile.

Le système came-galet

Dans ce mécanisme, le mouvement de rotation est transformé en mouvement de translation d'une tige.

Ainsi, dans le moteur à quatre temps, les cames (mouvement de rotation) commandent l'ouverture et la fermeture des soupapes (mouvement de translation).

Le système bielle-manivelle

Dans ce mécanisme, le mouvement de translation est transformé en mouvement de rotation.

Ainsi, dans le moteur à quatre temps, la bielle transforme le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation de la manivelle (figure 6.9).

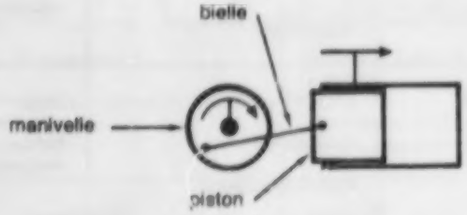
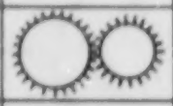
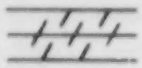
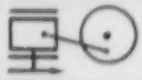


Figure 6.9 Système bielle-manivelle.

À l'aide de ce que tu peux observer et déduire des éléments présents actuellement dans ta maquette, complète le tableau 6.7.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Tableau 6.7 Les mécanismes de transformation de mouvement dans la maquette du cylindre.

Mécanisme	Symbole	N° de la pièce dans la maquette	Rôle	Mouvement d'entrée	Mouvement de sortie
Système d'engrenages					
Système came-galet					
Système vis-écrou					
Système bielle-manivelle					

Les caractéristiques et les propriétés des matériaux

Les tableaux 6.8, 6.9 et 6.10 présentent les propriétés et les utilisations de plusieurs types de bois, matières plastiques et matériaux divers.

Tableau 6.8 Propriétés et utilisations de quelques types de bois.

Type	Caractéristiques	Propriétés	Exemples d'utilisations
Érable (à sucre)	Taille: 25-30 mètres Couleur: blanc crème	Dureté Facilité de collage, clouage et vissage Tournage aisé	Planchers, boiseries, ébénisterie, touches de pianos
Pin (blanc)	Taille: 30-40 mètres Couleur: blanc crème ou blanc paille très clair	Légèreté Bois de sciage Travail aisé	Boiseries intérieures et extérieures, portes et châssis, gabarits, planches à dessin, etc.
Noyer (cendré)	Taille: 15-20 mètres Couleur: blanc ou brun clair Grain: grossier	Légèreté Malléabilité Faible résistance Absence d'odeur et de saveur Travail aisé	Boiseries intérieures, armoires, boiseries de bateaux, vitrines de magasins

© Éditions Études Vivantes, 1986

Chêne (blanc)	Taille: 20-35 mètres Couleur: blanc crème ou brun pâle	Dureté Ténacité Masse volumique élevée	Comptoirs, bateaux, carrosseries d'automobiles, cercueils, etc.
Épinette (blanche)	Taille: 20-35 mètres Couleur: blanc pur ou jaune pâle	Légèreté Malléabilité Travail aisé Facilité de clouage	Pâte de bois à papier, boîtes à beurre, tuyaux d'orgues, etc.
Bouleau (blanc)	Taille: 15-20 mètres Couleur: blanc crème	Résistance Faible durabilité dans les endroits exposés	Bobines, fuseaux, goujons, épingles à linge, chevilles, ustensiles divers, etc.

Tableau 6.9 Propriétés et utilisations de quelques matières plastiques.

Nom	Caractéristiques	Propriétés	Exemples d'utilisations
A.B.S.	Couleur: noir Peu coûteux	Manipulation aisée Conductibilité thermique faible	Plomberie
Nylon	Température de fusion: 200 à 300°C	Résistance Conductibilité thermique faible Insensibilité aux solvants à faible reprise d'humidité	Extrusion et moulage par injection: industrie textile, industrie automobile, mécanique de précision, etc.
Acrylique	Produits dérivés incolores	Produits solubles dans les solvants organiques	Sous forme d'émulsions: peintures, vernis, apprêts pour textiles et cuirs
Polystyrène	Transparence Masse volumique: 1,05 g/cm³	Solubilité dans divers solvants Excellente isolation aux fréquences élevées	Moulage (sous forme de poudre), vernis, peinture, isolants pour câbles électriques, fibres
Polyéthylène	Translucidité Masses blanches	Légèreté Insolubilité à froid dans tous les solvants Isolation électrique	Radars (avions et navires), isolation des câbles électriques souterrains

© Éditions Études Vivantes, 1986

Polychlorure de vinyle	Rigidité Transparence Imperméabilité	Légèreté Résistance Isolation électrique Rigidité et stabilité à haute température, sans plastifiant	Isolation des câbles électriques

Tableau 6.10 Propriétés et utilisations de divers matériaux.

Nom	Propriétés	Exemples d'utilisations
Caoutchouc	Malléabilité Flexibilité Élasticité Vers 160°C: viscosité, forte adhérence et perte de l'élasticité Mauvaises conductibilités thermique et électrique	Pneus, chambres à air, semelles, pédales, pantoufles, jouets, boyaux, etc.
Tissu	Malléabilité Flexibilité Manipulation aisée	Industrie vestimentaire, rideaux, tentes
Fibres de verre	Résistance Bonne usinabilité Moulage aisé	Automobiles, bateaux, planches à voile
Coton	Douceur Faibles conductibilités thermique et électrique	Industrie vestimentaire, produits ménagers, tapis
Bétons et ciments	Résistance Dureté Plasticité	Industrie de la construction (édifices, maisons, ponts, quais, conduites, réservoirs, trottoirs, etc.)
Céramique	Résistance Dureté Beauté décorative	Planchers, murs, œuvres décoratives murales

© Éditions Études Vivantes, 1980

Verre	Dureté Matériau amorphe (non cristallin) et cassant Faibles conductibilités thermique et électrique Etc.	Bouteilles, vitres, coupes, vases, lentilles, articles de luxe, appareils de chimie, etc.

Les procédés de fabrication

23. Décris ci-dessous le procédé que ton professeur a utilisé pour fabriquer, en fibre de verre, les engrenages nécessaires au fonctionnement de ta maquette.

24. Selon toi, pourquoi n'a-t-on pas choisi le bois pour fabriquer les engrenages?

© Éditions Études Vivantes, 1966

LEÇON 7

RAPPEL

Voici les aspects qu'il te faut maîtriser pour poursuivre la réalisation de ta maquette:

— Les mécanismes de transmission de mouvement.
— Les mécanismes de transformation de mouvement.
— La schématisation.
— Les procédés de fabrication.
— Les attitudes.

Objectif terminal 7
À la fin de cette leçon, tu pourras construire des mécanismes qui permettent la transmission et la transformation du mouvement de rotation des cames en un mouvement de translation des soupapes.

L'objectif terminal 7 correspond à l'étape e): fabrication du système tiges de poussoirs-culbuteurs.

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 7, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, l'ouverture et la fermeture des soupapes à partir du mouvement de rotation des cames.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente le système tiges de poussoirs-culbuteurs relié aux cames.

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction des culbuteurs et des tiges de poussoirs.

Point 4. Les notions

Les mécanismes de transmission de mouvement (suite).
Les mécanismes de transformation de mouvement (suite).
Les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des matériaux.
Les matériaux: clous, bois (pin), goujons.

Point 5. Les techniques

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Soudure à l'étain.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 6. Les attitudes

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Contrôle des émotions.
Intérêt professionnel.
Sens de la sécurité.

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Comme aux leçons 5 et 6, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités ici à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

DÉROULEMENT

Point 1: le besoin (problème)

À partir des éléments déjà existants de ta maquette, tu vas tenter de découvrir des mécanismes qui permettent l'ouverture et la fermeture des soupapes à partir du mouvement de rotation des cames.

Pour commencer, tu vas établir les schémas technologiques qui, tu le sais, vont t'aider à progresser dans la réalisation de ta maquette.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, il te faut tenir compte des trois aspects suivants:

— les éléments existants à relier;
— la réflexion (penser à la maquette, à l'objet technique à découvrir);
— le mécanisme à découvrir.

Ces trois aspects te permettent de schématiser le besoin identifié et défini au point 1 (figure 7.1: (a) les cames et les soupapes; (b) la question qui cerne clairement le problème; (c) le mécanisme qui permet de résoudre le problème).

Figure 7.1 Schéma de situation du problème.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Schéma de situation de l'objet technique

Établis maintenant ce schéma dont tu connais bien les divers aspects (figure 7.2).

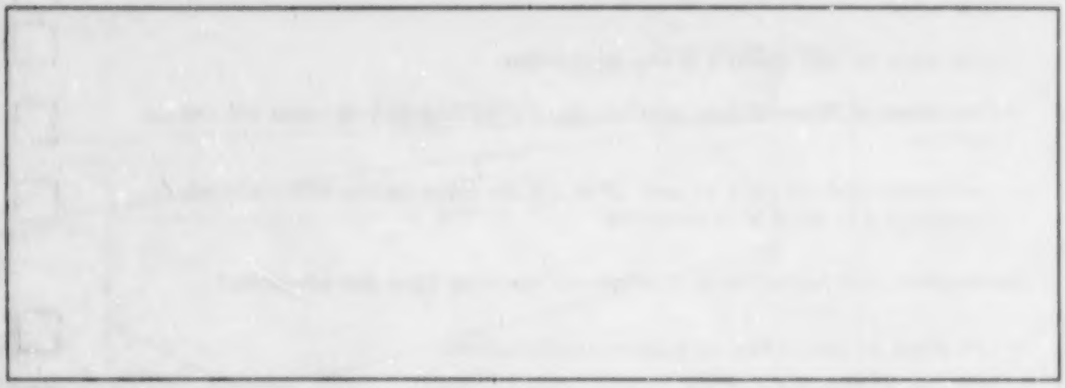


Figure 7.2 Schéma de situation de l'objet technique.

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Comme à la leçon 6, les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous t'aideront à concevoir le schéma de principe représentant les mécanismes qui permettent la transmission et la transformation du mouvement de rotation des cames en un mouvement de translation des soupapes (le système tiges de poussoirs-culbuteurs).

1. Quel mécanisme peut-on utiliser pour transmettre la poussée des cames aux soupapes?

   — Une corde. ☐
   — Une tige. ☐
   — Un levier. ☐
   — Un levier et une tige. ☐

2. Quelle pièce peut permettre de maintenir les tiges en place auprès des cames?

   — Une corde. ☐
   — Une pièce de bois placée entre les deux pièces n^{os} 20. ☐
   — Une pièce de bois trouée (pour permettre le guidage des tiges) placée entre les deux pièces n^{os} 20. ☐
   — Une pièce de bois trouée (pour permettre le guidage des tiges) placée sur les pièces n^{os} 20. ☐

© Éditions Études Vivantes, 1966

3. Quelles pièces peuvent permettre de maintenir les leviers (culbuteurs) en place auprès des soupapes?

— Une corde. ☐

— Une pièce de bois collée à la tête du cylindre. ☐

— Des leviers (culbuteurs) fixés avec un clou à une pièce de bois collée à la tête du cylindre. ☐

— Des leviers (culbuteurs) fixés avec un clou à une pièce de bois collée à la tête du cylindre et à la base de la maquette. ☐

4. Quelle pièce peut permettre de maintenir en place les tiges des poussoirs?

— Une pièce de bois collée au support des culbuteurs. ☐

— Une pièce de bois trouée (pour permettre le guidage des tiges) et collée au support des culbuteurs. ☐

— Un élastique. ☐

— Une corde. ☐

5. Comment peut-on assurer le dégagement aisé des tiges lorsqu'on veut ajuster la poussée des cames?

— En agrandissant les trous de guidage de la pièce qui résout le problème posé à question 4. ☐

— En modifiant un des deux trous pour en faire une échancrure profonde. ☐

— En agrandissant un des deux trous et en modifiant l'autre pour en faire une échancrure profonde. ☐

— En modifiant les deux trous pour en faire des échancrures profondes. ☐

Les croquis de la figure 7.3, qui schématisent les réponses aux questions 1, 2, 3, 4 et 5, constituent des schémas de principe partiels.

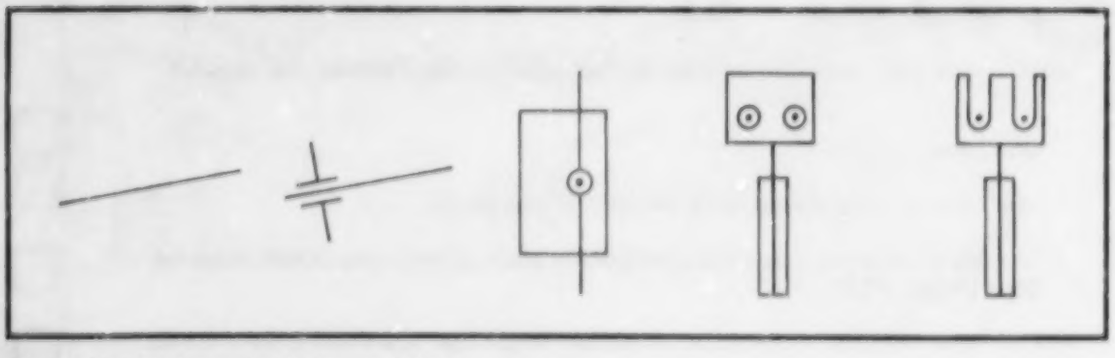


Figure 7.3 Schémas de principe partiels.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Comme dans les leçons précédentes, lorsqu'on représente les o.e., les o.s., les o.i. et les symboles de mouvements et de forces, on obtient le schéma de principe global (figure 7.4).

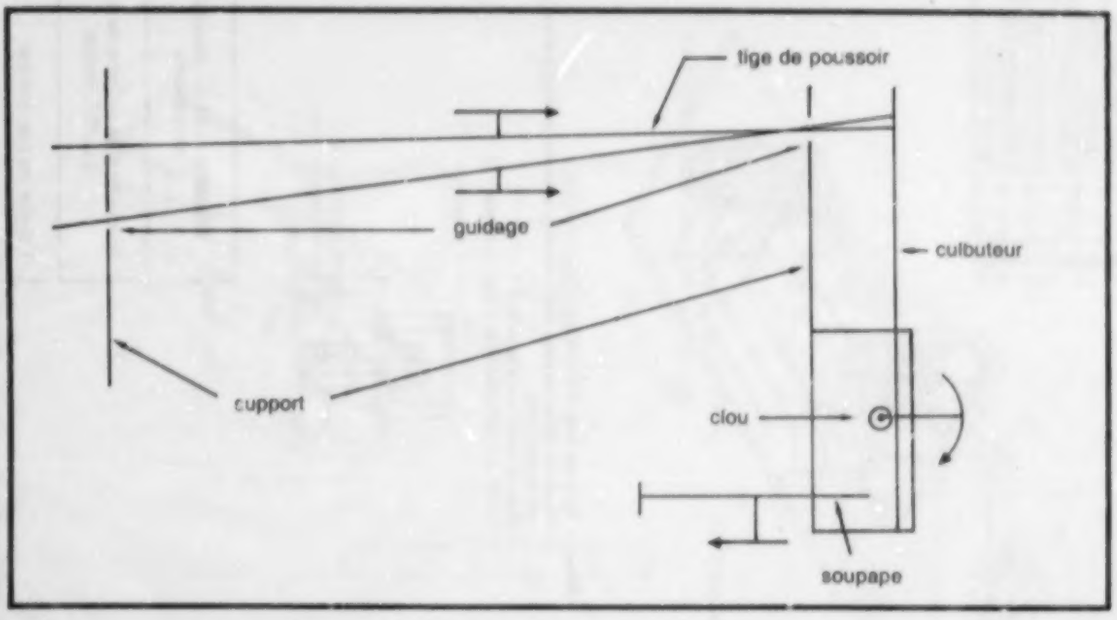


Figure 7.4 Schéma de principe de l'objet technique.

Point 3: les étapes de fabrication

Schéma de construction

Observe les figures E.5 et E.5d (p. 90 et 91) qui représentent sous forme de plans l'ajout à la maquette des tiges de poussoirs et des culbuteurs.

En se basant sur ces figures et en tenant compte des quatre types d'organes qu'il est important de schématiser (leçon 4, p. 35), on obtient le schéma de construction final (figure 7.5).

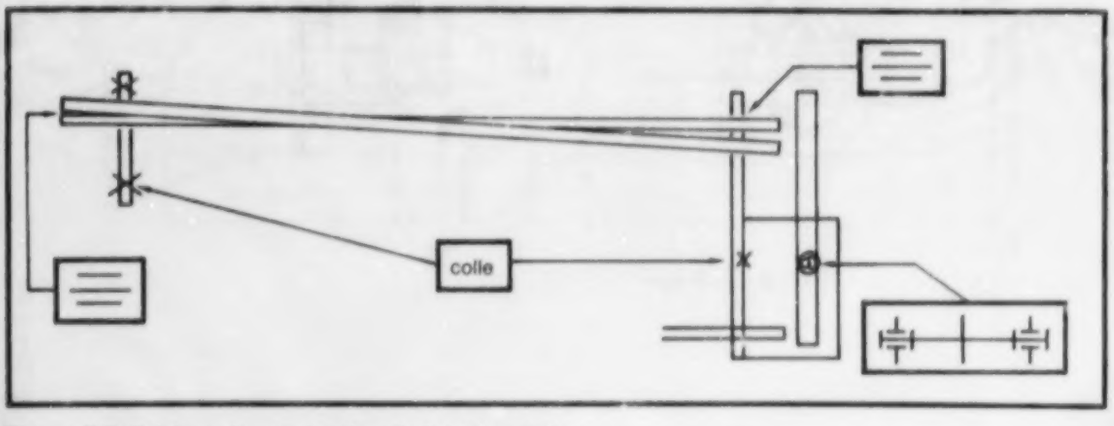
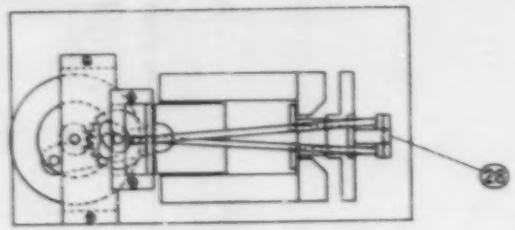


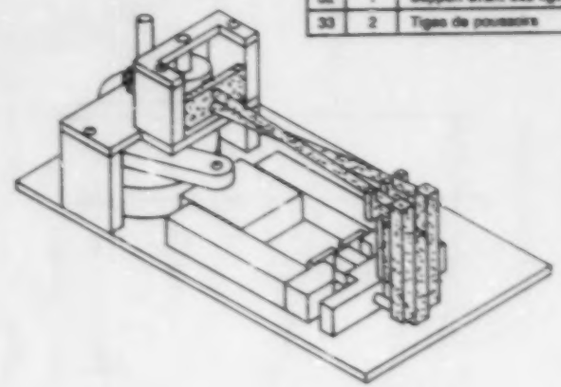
Figure 7.5 Schéma de construction de l'objet technique.

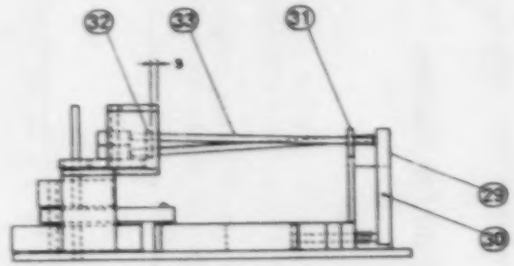
© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure E.5

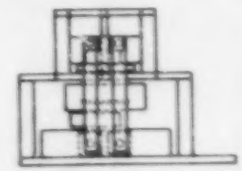
Pièces		
N°	Qté	Description
28	1	Support des culbuteurs
29	2	Culbuteurs
30	1	Axe des culbuteurs
31	1	Support arrière des tiges de poussoirs
32	1	Support avant des tiges de poussoirs
33	2	Tiges de poussoirs







Notes: — Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— Seules les pièces nouvelles sont numérotées (elles sont en outre ombrées dans la vue en perspective).
— Pour les détails, voir la figure E.5d.
— Utiliser de la colle blanche là où c'est nécessaire.



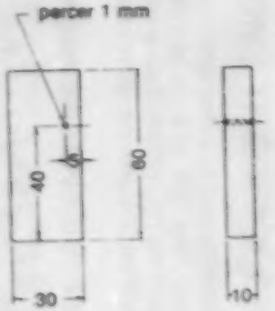
Système tiges de poussoirs-culbuteurs

Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

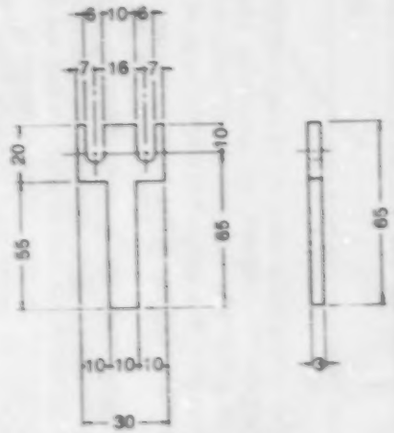
Échelle: ne pas mesurer

© Éditions Études Vivantes, 1980

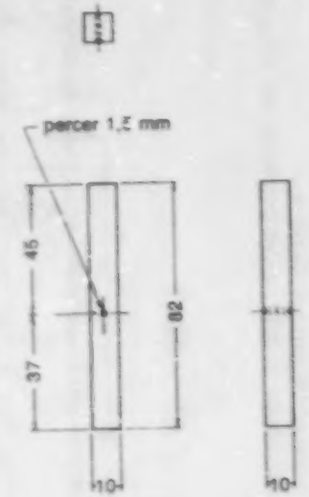
Figure E.5d



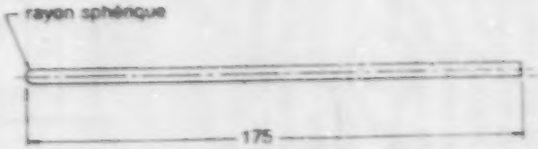
(28) Support des culbuteurs Qté: 1
Matériau: pin



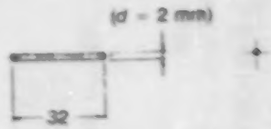
(31) Support arrière des tiges de poussoirs
Qté: 1 Matériau: masonite



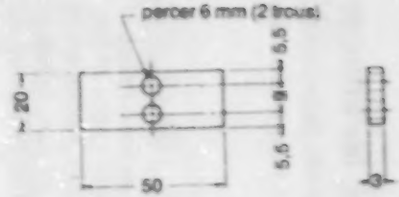
(29) Culbuteurs Qté: 2 Matériau: pin



(33) Tiges de poussoirs Qté: 2
Matériau: goujon 5/16" (m.a.)



(30) Axe des culbuteurs Qté: 1
Matériau: clou à finition



(32) Support avant des tiges de poussoirs
Qté: 1 Matériau: masonite

Étape e)
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

© Éditions Études Vivantes, 1998

Point 4: les notions

Comme aux leçons 5 et 6, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités à cette étape à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

Pour procéder à la construction de cette partie de la maquette, observe les figures E.5, E.5d et A.1.

Préparation des pièces

Tu reçois les pièces et accessoires suivants:

— deux goujons de 5 mm de diamètre et de 1750 mm de longueur (pièces n°s 33);
— une pièce de masonite (50 × 20 × 3, en mm) (pièce n° 32);
— une pièce de pin (60 × 30 × 20, en mm) (pièce n° 28);
— une pièce de pin (95 × 20 × 10, en mm) (pièces n°s 29 et 36);
— une pièce de masonite (75 × 30 × 3, en mm) (pièce n° 31);
— un clou à finition de 2 mm de diamètre et de 32 mm de longueur (pièce n° 30).

Traçage et débitage

— Coupe la pièce n° 28 conformément aux indications de la figure E.5d et perce un trou de 1 mm de diamètre. Conserve les restes de la pièce n° 28 pour la leçon 8.
— Sur la pièce n°s 29-36, trace les lignes de coupe et marque les positions des trous conformément aux données de la figure 7.6.

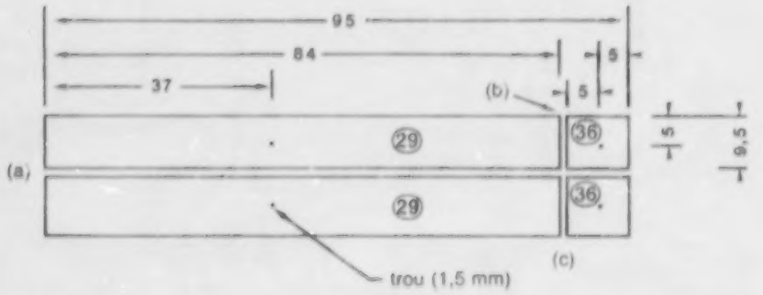


Figure 7.6 Positions respectives des trous sur la pièce n°s 29-36.

— Perce les quatre trous dont tu viens de marquer les positions.
— Coupe la pièce n°s 29-36 en quatre conformément aux indications de la figure 7.6 et en respectant l'ordre alphabétique des coupes. Inscris les numéros des pièces sur chacune d'elles. Conserve les pièces n°s 36 pour l'étape 6 (leçon 8).
— Dans la pièce n° 32, perce deux trous de 6 mm de diamètre (figure E.5d).
— Dans la pièce n° 31, perce deux trous de 6 mm de diamètre (figure E.5d).
— Modifie les deux trous de la pièce n° 31 pour en faire des échancrures profondes (figure E.5d).
— Arrondis les bouts des deux goujons (pièces n°s 33) (figure E.5d).
— Ponce toutes tes pièces.
— Inscris de nouveau les numéros de tes pièces si le ponçage les a effacés.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Assemblage des pièces

Pour procéder à cet assemblage, consulte la figure 7.7 et respecte les consignes suivantes:

— fixe les deux pièces n^{os} 29 à la pièce n° 28 avec un clou, puis soude un des bouts du clou;
— colle la pièce n° 28 près de la tête du cylindre, entre les tiges des deux soupapes;
— colle la pièce n° 31 à la pièce n° 28;
— colle la pièce n° 32 entre les deux pièces n^{os} 20, en face des cames;
— laisse sécher le tout pendant dix minutes;
— mets en place les deux tiges de poussoirs (pièces n^{os} 33);
— ajuste la longueur de chacune des tiges de poussoirs de façon à ce que les soupapes puissent ouvrir et fermer.

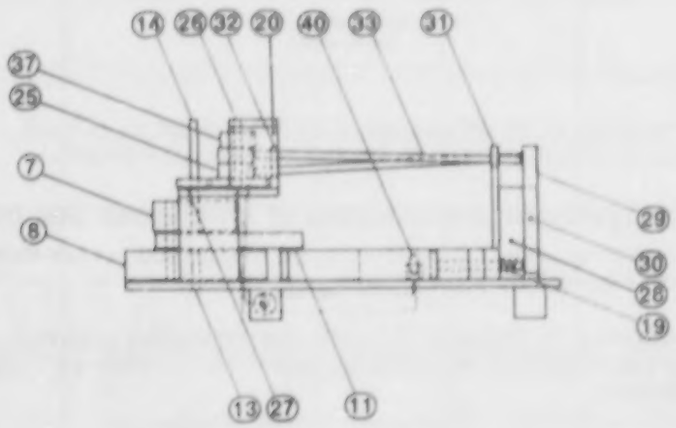


Figure 7.7 Assemblage des tiges de poussoirs et des culbuteurs.

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si les soupapes ouvrent et ferment en synchronisation avec le mouvement du piston.

NOTIONS THÉORIQUES

Pour bien comprendre le fonctionnement du système tiges de poussoirs-culbuteurs relié aux cames et aux soupapes, il te faut maîtriser les notions suivantes: les principes de fonctionnement des mécanismes de transmission de mouvement; les principes de fonctionnement des mécanismes de transformation de mouvement; les matériaux et leurs propriétés physiques, mécaniques et chimiques.

Les mécanismes de transmission de mouvement

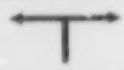
6. Fais fonctionner ta maquette et, en consultant la figure 7.7, écris ci-dessous quels mouvements sont transmis, et de quelle(s) pièce(s) à quelle(s) pièce(s), entre les cames et les soupapes.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Les mécanismes de transformation de mouvement

Tu as déjà appris comment on symbolisait les mouvements (leçon 3, p. 16). Voici donc de nouveau les symboles couramment utilisés, le premier d'entre eux comportant toutefois une légère modification (tableau 7.1).

Tableau 7.1 Symboles de mouvements.

Symbole	Mouvement
	mouvement de rotation
	mouvement de translation (va-et-vient)

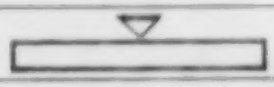
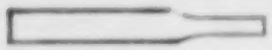
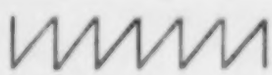
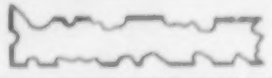
Fais fonctionner ta maquette et, en utilisant ces symboles, indique sur la figure 7.7 à quels endroits tu observes des mouvements de rotation et des mouvements de translation.

Les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des matériaux

Avant de faire fonctionner un moteur à combustion interne, on soumet ses diverses pièces à des tests afin de mesurer et de vérifier leur résistance, leur ténacité, etc.

Dans le tableau ci-dessous, tu trouveras les noms des principales propriétés physiques, mécaniques et chimiques des matériaux, les symboles couramment utilisés pour représenter ces propriétés, et leurs définitions.

Tableau 7.2 Les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des matériaux.

Propriété	Symbole	Définition
Dureté		Propriété d'un matériau qui résiste à la déformation
Ductilité		Propriété d'un matériau qui peut être tréfilé (étiré pour en faire des fils) sans se rompre
Ténacité		Propriété d'un matériau qui résiste à la traction
Fragilité		Propriété d'un matériau qui peut se rompre facilement sans déformation
Élasticité		Propriété d'un matériau qui peut reprendre sa forme et son volume originels dès qu'une force quelconque cesse d'agir sur lui
Malléabilité		Propriété d'un matériau qui peut être laminé (aplati pour en faire des feuilles) sans se rompre
Résistance à la corrosion		Propriété d'un matériau qui résiste à l'action chimique de divers produits (eau, acides, etc.)

© Éditions Études Vivantes, 1986

En observant ta maquette et en consultant le tableau 7.2, indique quelle(s) propriété(s) il faut vérifier pour chacune des pièces données en noircissant la ou les cases correspondantes du tableau 7.3.

Tableau 7.3 Les propriétés des matériaux dont sont faites certaines pièces du cylindre.

Propriété / Pièce	Dureté	Ductilité	Ténacité	Fragilité	Élasticité	Malléabilité	Résistance à la corrosion
Piston							
Cylindre							
Bielle							
Vilebrequin							
Volant							
Engrenage							
Came							
Soupape							
Culbuteur							
Tige de poussoir							
Bougie							
Ressort							

© Éditions Études Vivantes, 1986

LEÇON 8

RAPPEL

Pour achever la réalisation de ta maquette, voici finalement les aspects qu'il te faut maîtriser:

— Les mécanismes de transmission de mouvement.
— Les mécanismes de transformation de mouvement.
— La schématisation.
— Les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des matériaux.
— Les attitudes.

Objectif terminal 8
À la fin de cette leçon, tu pourras construire un mécanisme qui permette le déclenchement automatique de l'explosion, en synchronisation avec le fonctionnement d'un moteur à combustion interne.

L'objectif terminal 8 correspond à l'étape f): fabrication du système d'allumage.

DÉMARCHE LOGIQUE

Pour atteindre l'objectif terminal 8, la démarche logique (planification) à respecter est la suivante.

Point 1. Le besoin (problème)

Représenter, sous la forme d'une maquette, le déclenchement de l'explosion, en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin.

Point 2. La réponse

Une maquette qui représente le distributeur et la bougie (système d'allumage).

Point 3. Les étapes de fabrication

Construction du distributeur et de la bougie.

Point 4. Les notions

Le distributeur.
Le moteur diesel à quatre temps.
Le moteur rotatif.
Le moteur à deux temps.
Le moteur à réaction.
Le rendement des moteurs.
Les matériaux: bâton en bois, lampe, fil de cuivre.

Point 5. Les techniques

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Tôlerie.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Point 6. Les attitudes

Les mêmes qu'aux étapes précédentes.
Contrôle des émotions.
Intérêt professionnel.
Sens de la sécurité.
Sens de l'économie.
Respect des outils et des équipements.
Capacité d'utiliser de façon optimale les éléments disponibles.
Sens des proportions.
Capacité d'analyse et de synthèse.

Point 7. Les consignes de sécurité

Respect en tout temps des consignes de sécurité.

Point 8. Le fonctionnement de l'objet technique

Une grille d'observation et d'évaluation permettra de vérifier ce fonctionnement.

ACQUISITIONS PRÉLIMINAIRES

Comme aux trois leçons précédentes, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités à cette étape à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

DÉROULEMENT

Point 1: le besoin (problème)

À partir des éléments existants de ta maquette, tu vas tenter de découvrir un mécanisme qui permette le déclenchement automatique de l'explosion, en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin.

À la leçon 6 (p. 67), tu as déjà étudié le fonctionnement du moteur à combustion interne à quatre temps.

1. Récris ci-dessous ce qui se passe au troisième temps.

_____

_____

_____

Dans le moteur à combustion interne à quatre temps, l'explosion est déclenchée par une petite étincelle produite par une bougie.

Tu aimerais bien sûr savoir comment l'étincelle se produit dans une bougie. Tu aborderas cette question lorsque tu étudieras le thème « La technologie et l'électricité ». Pour l'instant, tu as deux problèmes à résoudre:

— Comment vas-tu représenter une bougie dans ta maquette?
— Quel mécanisme vas-tu trouver et utiliser pour faire fonctionner la bougie en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin?

© Éditions Études Vivantes, 1986

Dans le moteur à combustion interne à quatre temps, le mécanisme qui permet à l'étincelle de se produire dans une bougie, en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin, s'appelle le *distributeur*.

Ton professeur va te montrer un distributeur et une bougie et il va t'expliquer comment ce mécanisme fonctionne.

Une fois que tu as compris le principe de fonctionnement du distributeur, tu peux reformuler ton deuxième problème à résoudre de la façon suivante:

— Comment vas-tu représenter le distributeur dans ta maquette?

Comme aux leçons précédentes, tu vas maintenant établir les schémas technologiques qui vont t'aider à terminer la réalisation de ta maquette.

Schéma de situation du problème

Pour réaliser ce schéma, réponds aux questions ci-dessous qui t'obligent à tenir compte des aspects suivants:

— la réflexion (penser à la maquette, à l'objet technique à découvrir);
— les mécanismes à représenter;
— le mécanisme existant à modifier.

2. Comment peux-tu représenter une bougie?

— Par un objet qui produit des sons. ☐
— Par un objet qui produit de la lumière. ☐

3. Comment peux-tu représenter le distributeur?

— Par un interrupteur à bascule. ☐
— Par un interrupteur à poussoir. ☐

4. Quel mécanisme dois-tu modifier ou transformer pour répondre au besoin identifié ci-dessus?

— Le système piston-cylindre. ☐
— Le système bielle-vilebrequin. ☐
— Le système des cames. ☐
— Le système vilebrequin-volant. ☐
— La base de la maquette. ☐

En schématisant les réponses que tu as fournies aux questions 2, 3 et 4, tu obtiendras le schéma de situation du problème (figure 8.1: (a) réponse à la question 2; (b) réponse à la question 3; (c) réponse à la question 4).

© Éditions Études Vivantes, 1986

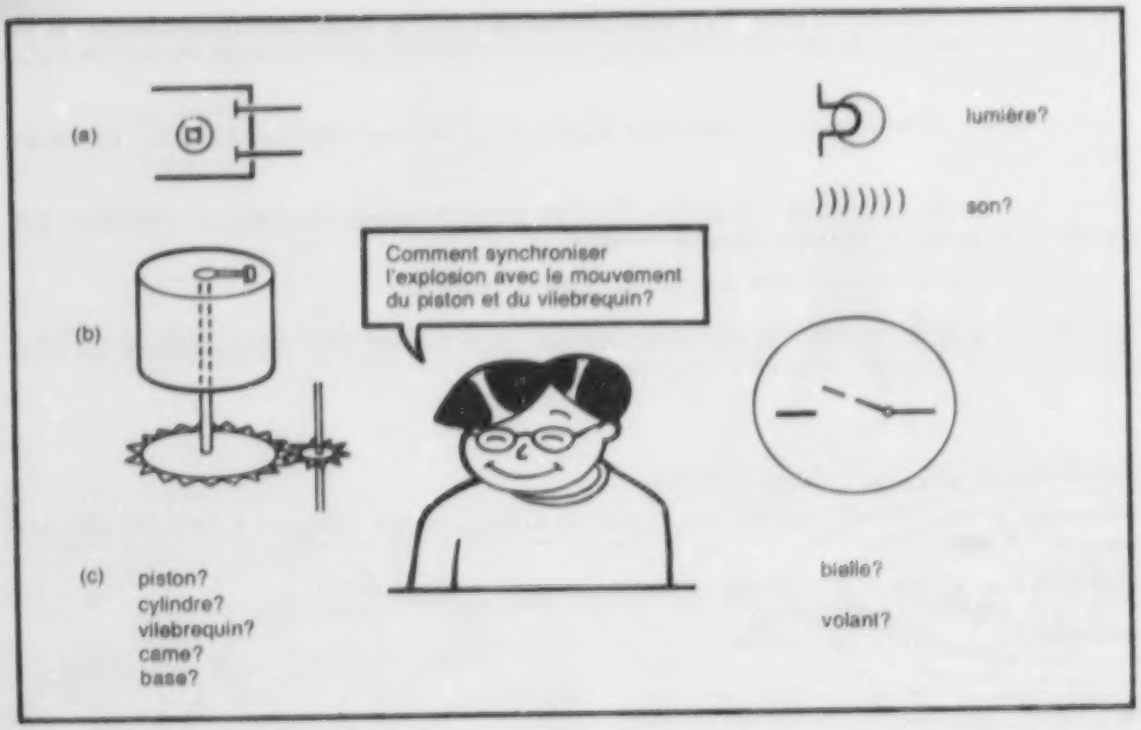


Figure 8.1 Schéma de situation du problème.

Schéma de situation de l'objet technique

Comme à la leçon précédente, établis maintenant toi-même ce schéma (figure 8.2).

Figure 8.2 Schéma de situation de l'objet technique.

Point 2: la réponse

Schéma de principe

Comme aux leçons précédentes, les réponses que tu fourniras aux questions ci-dessous t'aideront à concevoir le schéma de principe représentant le mécanisme qui permet le déclenchement automatique de l'explosion en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin (le système d'allumage: le distributeur et la bougie).

© Éditions Études Vivantes, 1986

5. Quel objet va-t-on choisir pour représenter la bougie?

— Une allumette. ☐
— Un briquet. ☐
— Une chandelle. ☐
— Une mini-ampoule. ☐

6. Pour pouvoir représenter le déclenchement de l'explosion, comment va-t-on alimenter l'objet choisi en réponse à la question 5?

— Avec une batterie. ☐
— Avec des piles. ☐
— Avec un alternateur. ☐
— Avec le courant alternatif (prise de courant). ☐

7. À quel endroit va-t-on placer la mini-ampoule?

— Dans la tête du cylindre. ☐
— Sur la base, dans le cylindre. ☐
— Sur le cylindre. ☐
— Sur le piston. ☐

8. Quel mécanisme peut-on utiliser pour que la mini-ampoule s'allume en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin?

— Un interrupteur à bascule. ☐
— Un interrupteur à poussoir. ☐
— Un nouveau système d'interrupteur. ☐

9. À quel endroit va-t-on placer ce mécanisme?

— Sur le vilebrequin. ☐
— Sur le piston. ☐
— Sur les cames. ☐
— Sur la bielle. ☐

Les croquis de la figure 8.3, qui schématisent les réponses aux questions 5, 6, 7, 8 et 9, constituent des schémas de principe partiels.

©Éditions Études Vivantes, 1986

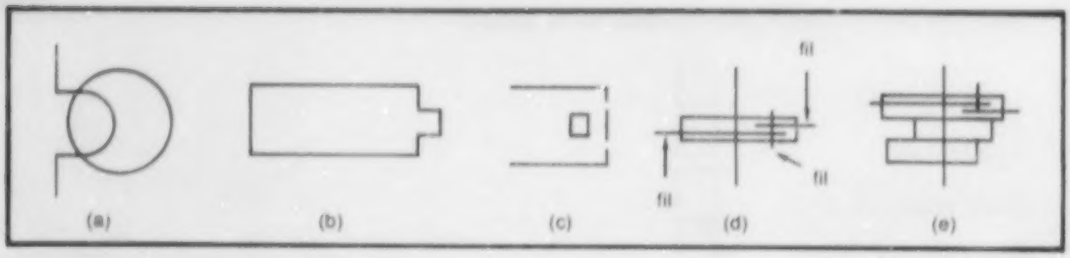


Figure 8.3 Schémas de principe partiels.

Comme aux leçons précédentes, lorsqu'on représente les o.e., les o.s., les o.i. et les symboles de mouvements et de forces, on obtient le schéma de principe global (figure 8.4).

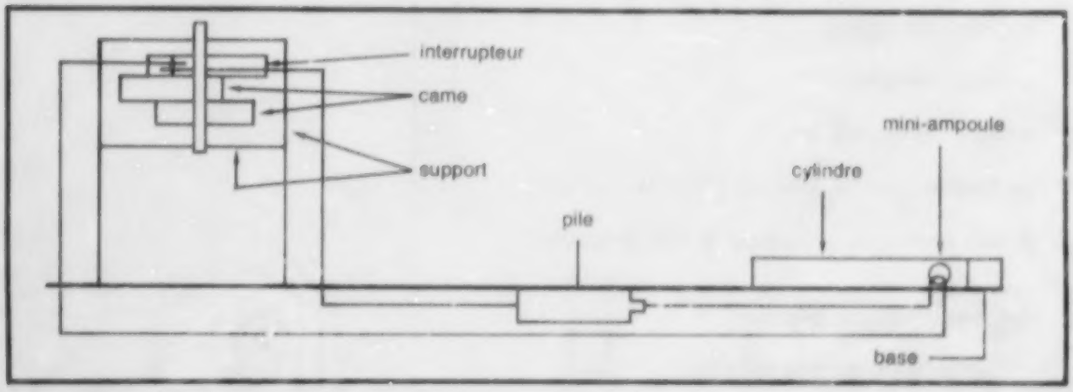


Figure 8.4 Schéma de principe de l'objet technique.

Point 3: les étapes de fabrication

Schéma de construction

Observe les figures E.6 et E.6d (p. 103 et 104) qui représentent le système d'allumage.

En se basant sur ces figures et en tenant compte des quatre types d'organes qu'il est important de schématiser (leçon 4, p. 35), on obtient le schéma de construction final (figure 8.5).

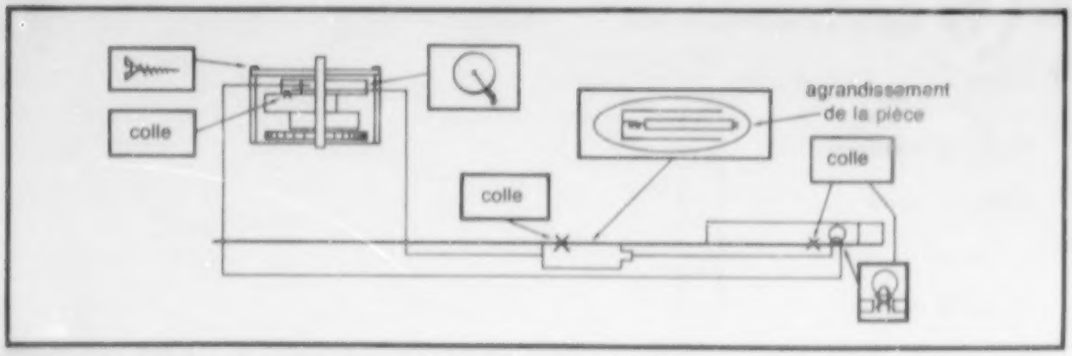
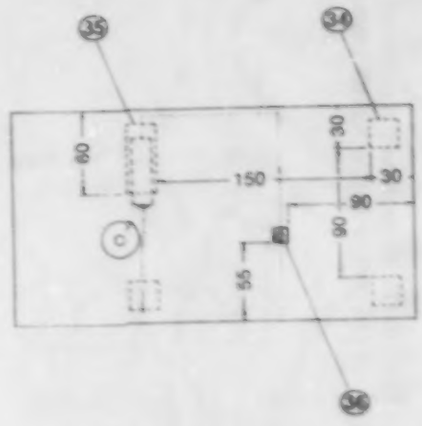
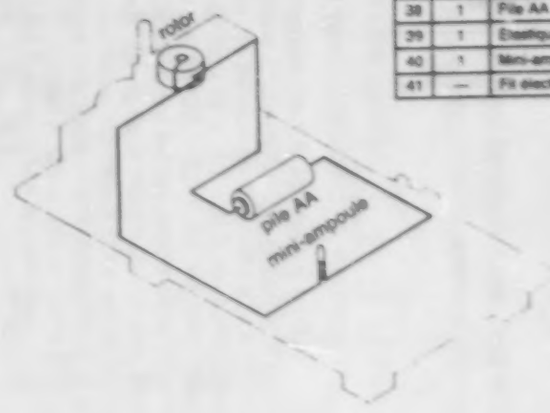


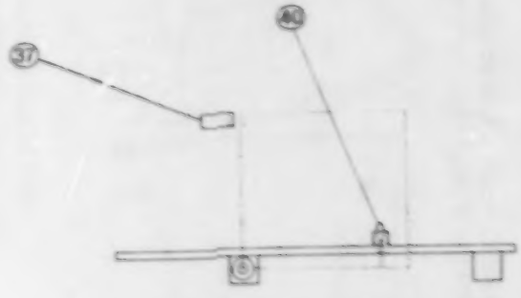
Figure 8.5 Schéma de construction de l'objet technique.

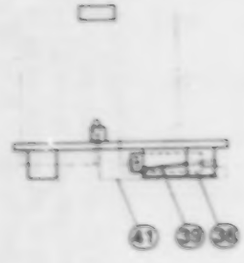
© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure E.6









Pièces		
N°	Qte	Description
34	3	Poitrine
35	1	Patte porteuse de la pile
36	1	Base de la bougie
37	1	Rotor
38	1	Pile AA (1.5 volt)
39	1	Élastique
40	1	Mini-ampoule (1.5 volt)
41	—	Fil électrique

Notes: — Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres.
— Pour plus de clarté, seules les pièces nécessaires à la réalisation de cette étape sont représentées sur la base.
— La pièce n° 5 remplace la pièce n° 5A.
— Pour les détails, voir la figure E.8d.
— Percer des trous de 2 mm de diamètre pour permettre le passage des fils là où c'est nécessaire.
— Placer la pièce n° 35 parallèlement à la longueur de la base dans le cas où on équipe la maquette d'un moteur électrique.

Système d'allumage

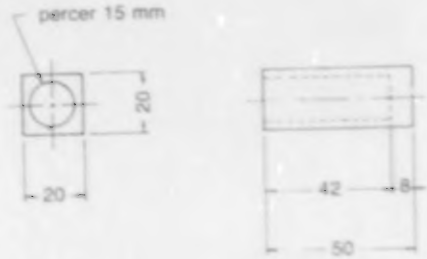
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

Échelle : ne pas mesurer

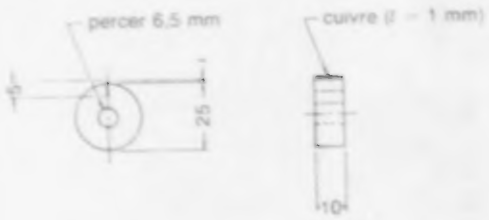
© Éditions Études Vivantes, 1989

Figure E.6d

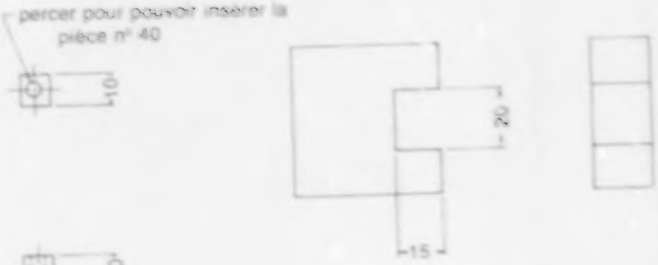
(34) Pattes Qté: 3 Matériau: pin



(35) Patte porteuse de la pile Qté: 1
Matériau: pin



(37) Rotor Qté: 1 Matériau: pin



(5) Piston modifié

(36) Base de la bougie Qté: 1 Matériau: pin

Étape f)
Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps
Échelle: ne pas mesurer

© Éditions Études Vivantes, 1980

Point 4: les notions

Comme aux leçons précédentes, tu pourras déduire les notions essentielles à la compréhension des phénomènes exploités ici à partir du fonctionnement de ta maquette (section « Notions théoriques »).

Points 5, 6 et 7: les techniques, les attitudes, les consignes de sécurité

Pour procéder à la construction du système d'allumage, observe les figures E.6, E.6d et A.1.

Préparation des pièces

Tu reçois les pièces et accessoires suivants:

— une mini-ampoule de 1,5 volt (pièce n° 40);
— du fil électrique n° 20 (630 mm) (pièce n° 41);
— une rondelle de 24 mm de diamètre et de 10 mm d'épaisseur (pièce n° 37);
— une pièce de pin (10 × 10 × 9,5, en mm) (pièce n° 36, que tu as conservée de la leçon 7);
— trois pièces de pin (20 × 20 × 20, en mm) (pièces n°s 34); tu ne reçois que deux de ces pièces; fabrique la troisième avec les restes de la pièce n° 28, que tu as conservés de la leçon 7 (coupe cette pièce n° 28 en deux morceaux — soit deux pièces de 30 × 30 × 10, en mm —, puis colle ensemble ces deux morceaux pour en obtenir un seul de 30 × 30 × 20, en mm; finalement, coupe dans ce morceau la troisième pièce n° 34, de 20 × 20 × 20, en mm);
— une pièce de pin (50 × 20 × 20, en mm) (pièce n° 35);
— une pile AA (1,5 volt) (pièce non fournie);
— un élastique.

Traçage et débitage

— Poinçonne le centre de la rondelle (pièce n° 37) et perce en ce centre un trou de 6,35 mm de diamètre.
— Nettoie 30 mm de fil électrique (à un bout du fil) avec du papier émeri, et coupe ces 30 mm de fil.
— Enfile ce bout de fil électrique dans le trou de la rondelle et torsade ensemble ses deux extrémités (figure 8.6).

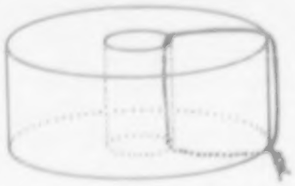


Figure 8.6 Fabrication du rotor.

— Dans la base, perce deux trous de 2 mm de diamètre (figure E.6).
— Dans la pièce n° 36, perce un trou de 3 mm de diamètre (figure E.6d).
— Dans la base du cylindre, perce un trou de 3 mm de diamètre (figure E.6).
— Coupe 400 mm de fil électrique.
— Avec du papier émeri, nettoie 40 mm de fil à chacune des extrémités des deux bouts de fil électrique restants de 400 mm et de 200 mm.
— Dénude les extrémités des deux fils de la mini-ampoule.
— Dans la pièce n° 35, perce un trou de 15 mm de diamètre et de 420 mm de long (figure E.6d).

© Editions Etudes Vivantes, 1986

Assemblage des pièces

Pour procéder à cet assemblage, consulte les figures E.6 et 8.7 et respecte les consignes suivantes:

— ôte la pièce n° 21 de ta maquette;
— à l'aide d'une craie, fais une marque sur chacun des deux engrenages à leur point de contact (dents) (figure 8.7);

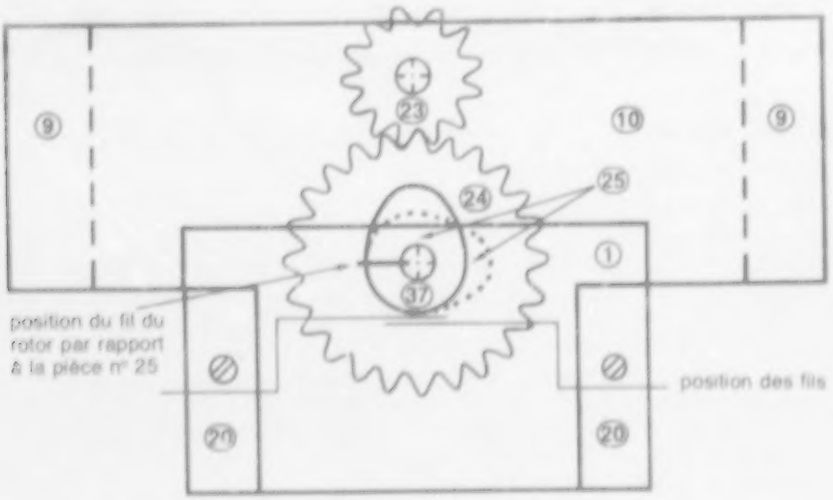


Figure 8.7 Installation du rotor sur le système engrenages-cames.

— ôte l'assemblage du grand engrenage et des cames;
— dépose un peu de colle sur l'assemblage du grand engrenage et des cames;
— place la pièce n° 37 sur cet assemblage (figure 8.7);
— installe ce nouvel assemblage à côté du petit engrenage en tenant compte des marques de craie tracées précédemment;
— place les bouts nettoyés des fils électriques sur les pièces n°s 20 (figure 8.7);
— enfile les autres bouts de ces fils dans la base (pièce n° 1);
— enfile également les fils de la mini-ampoule dans la base;
— enfile ensuite ces fils de la mini-ampoule dans le trou pratiqué dans la base du cylindre;
— torsade un des bouts du fil de 200 mm de long avec un des fils dénudés de la mini-ampoule;
— autour d'un crayon, fais faire trois tours à un des bouts nettoyés du fil de 400 mm de long;
— place ce fil dans le trou pratiqué dans la pièce n° 35;
— place la pile dans le trou de la pièce n° 35 (figure E.6);
— fixe ensemble la pile et la pièce n° 35 avec un élastique;
— insère l'autre bout de fil dénudé de la mini-ampoule entre l'élastique et la tête de la pile;
— colle la pièce n° 35 à la base (figure E.6);
— colle les trois pièces n°s 34 à la base (figure E.6).

Point 8: le fonctionnement de l'objet technique

Vérifie si l'ampoule s'allume en synchronisation avec le mouvement du piston et du vilebrequin.

NOTIONS THÉORIQUES

Pour parfaire tes connaissances en ce qui concerne les moteurs, tu vas maintenant apprendre sommairement les principes de fonctionnement des moteurs suivants: le moteur diesel à quatre temps; le moteur rotatif (moteur Wankel); le moteur à deux temps; le moteur à réaction. Par ailleurs, tu vas aborder les notions suivantes: le rendement des moteurs; les propriétés des matériaux.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Le moteur diesel à quatre temps

Avant de comprendre le fonctionnement du moteur diesel à quatre temps, il te faut revoir ce qui se produit à chacun des quatre temps du fonctionnement du moteur à combustion interne (les quatre temps du moteur Otto) à l'aide des explications ci-dessous et en faisant fonctionner ta maquette.

Premier temps: admission

La soupape d'admission s'ouvre et laisse les gaz frais pénétrer dans le cylindre; le piston s'éloigne de la tête du cylindre.

À l'aide de ta maquette, simule le premier temps.

Deuxième temps: compression

Les deux soupapes sont fermées; le piston se rapproche de la tête du cylindre et comprime les gaz.

À l'aide de ta maquette, simule le deuxième temps.

Troisième temps: combustion

L'étincelle produite par la bougie provoque la combustion des gaz; le piston s'éloigne de la tête du cylindre.

À l'aide de ta maquette, simule le troisième temps.

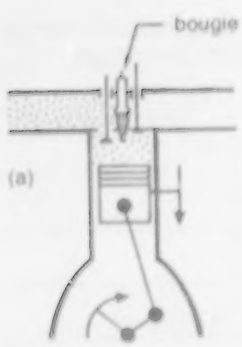
Quatrième temps: échappement

La soupape d'échappement s'ouvre; le piston se rapproche de la tête du cylindre et évacue les gaz brûlés.

À l'aide de ta maquette, simule le quatrième temps.

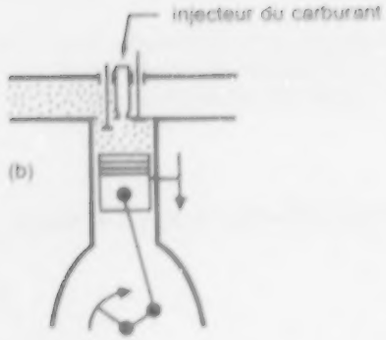
Les figures 8.8a et 8.8b illustrent schématiquement ce qui se passe au premier temps (admission) du fonctionnement des moteurs Otto et diesel.

Complète ces figures en illustrant toi-même ce qui se passe aux trois autres temps du fonctionnement de ces deux types de moteur.



1. Admission 2. Compression 3. Combustion 4. Échappement

© Éditions Études Vivantes, 1986



1. Admission 2. Compression 3. Combustion 4. Échappement

Figure 8.8 a) Les quatre temps du moteur Otto.
b) Les quatre temps du moteur diesel.

Lorsque tu compares les temps du moteur Otto et du moteur diesel, tu découvres certaines différences, notamment au moment de l'admission et au moment de la combustion.

Écris ci-dessous quelles sont ces différences.

10. Admission: _____

_____

11. Combustion: _____

_____

_____

12. Dans ta maquette, comment pourrais-tu représenter l'injection du carburant au troisième temps (à l'aide de quel mécanisme)? Décris ci-dessous ce mécanisme et son fonctionnement.

_____

_____

_____

_____

_____

Illustre ce mécanisme dans l'espace réservé à la figure 8.9.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure 8.9 Modifications à apporter à la maquette pour pouvoir représenter l'injection du carburant au troisième temps du fonctionnement du moteur diesel.

Le moteur rotatif (moteur Wankel)

Ce type de moteur renferme un rotor triangulaire. Les sommets de ce rotor sont constamment en contact avec les parois internes d'une chambre presque ovale.

La figure 8.10 illustre schématiquement les quatre temps du moteur rotatif.

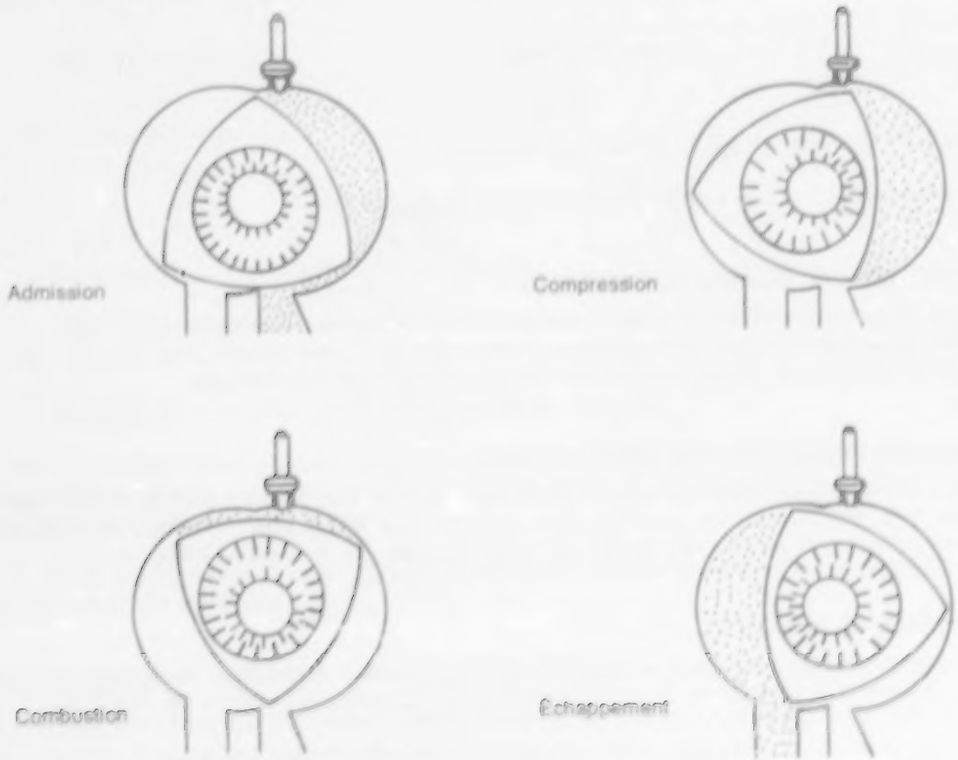


Figure 8.10 Les quatre temps du moteur Wankel.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Le moteur à deux temps

Par rapport au moteur à quatre temps, le moteur à deux temps est très simple. En effet, il ne comporte aucune soupape, sa lubrification est assurée par les gaz frais, qui contiennent de l'huile (il n'y a donc pas besoin de pompe à huile), et son refroidissement est garanti par des ailettes fixées sur le cylindre.

La figure 8.11 illustre schématiquement le fonctionnement du moteur à deux temps.

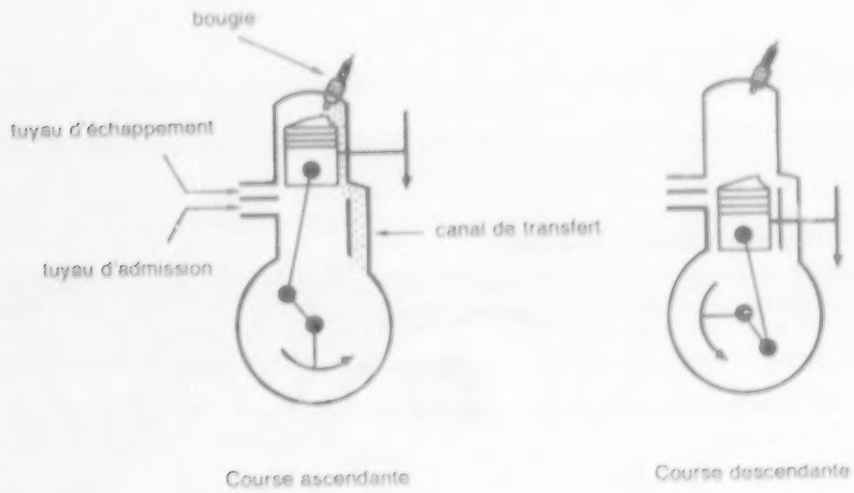


Figure 8.11 Les deux temps du moteur à deux temps.

Voici brièvement comment fonctionne le moteur à deux temps.

Premier temps: course ascendante

Dans sa phase ascendante, le piston obstrue l'orifice du tuyau d'échappement et celui du canal de transfert; il permet aux gaz frais (vapeurs d'essence, air, huile) de pénétrer dans le carter par le tuyau d'admission; en même temps, il comprime les gaz dans le cylindre.

Deuxième temps: course descendante

Dans sa phase descendante, le piston est poussé vers le bas par la combustion des gaz dans le cylindre; il comprime ainsi les gaz frais dans le carter; ces gaz passent dans le cylindre par le canal de transfert et chassent les gaz brûlés qui sont évacués par le tuyau d'échappement.

Le moteur à réaction

Pour comprendre les principes de fonctionnement du moteur à réaction, reporte-toi à l'expérience que tu as faite à la leçon 2 (p. 8) pour illustrer et comprendre le principe de l'explosion.

Reproduis ci-dessous le croquis schématique que tu as déjà réalisé à la leçon 2, en indiquant cette fois, à l'aide des symboles appropriés, où et dans quelles directions agissent les forces d'action et de réaction. Tu obtiendras ainsi la figure 8.12.

© Éditions Études Vivantes, 1986

Figure 8.12 Représentation schématique de l'explosion.

Sur cette figure, tu constates que les gaz exercent une force dirigée vers le bas; c'est la *force d'action*. La *force de réaction*, qui est dirigée vers le haut, pousse la boîte dans cette direction.

Tu peux observer le même type de phénomène et tirer les mêmes conclusions lorsque tu libères l'ouverture d'un ballon gonflé. Ici, l'air contenu dans le ballon exerce une force d'action dirigée vers l'ouverture, et la force de réaction s'exerce dans la direction opposée, sur la paroi interne du ballon, ce qui pousse celui-ci dans cette direction.

Sur la figure 8.13, relie les trois flèches aux expressions qui les identifient.

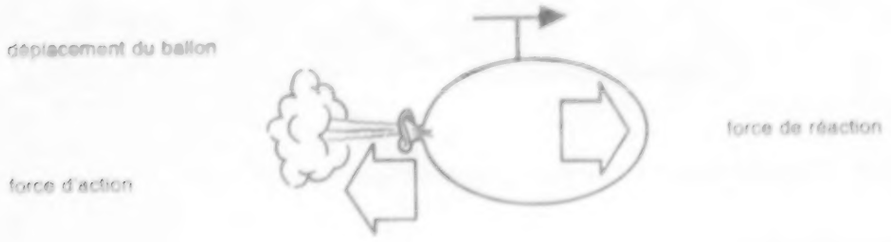


Figure 8.13 Déplacement d'un ballon gonflé dont on a libéré l'ouverture.

C'est ce même principe qu'on exploite dans le fonctionnement des moteurs à réaction: les gaz qui s'échappent à haute vitesse vers l'arrière exercent continuellement une force d'action, et la force de réaction pousse les moteurs vers l'avant.

Il existe plusieurs types principaux de moteurs à réaction: le turbo-réacteur, le turbo-propulseur, le stato-réacteur et le moteur-fusée.

Le turbo-réacteur

Le turbo-réacteur est composé d'un compresseur, d'une chambre de combustion et d'une turbine.

En utilisant les mêmes symboles que dans la figure 8.13, indique dans quelles directions s'exercent la force d'action, la force de réaction et le déplacement du moteur (figure 8.14).

© Éditions Études Vivantes, 1986

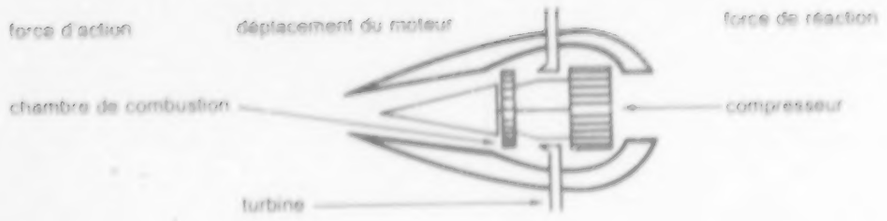


Figure 8.14 Principe de fonctionnement du turbo-réacteur.

Le turbo-propulseur

Le turbo-propulseur est composé d'un compresseur, d'une chambre de combustion, d'une turbine et d'une seconde turbine qui actionne une hélice à l'avant du moteur.

Sur la figure 8.15, indique, comme tu l'as fait à la figure 8.14, dans quelles directions s'exercent la force d'action, la force de réaction et le déplacement du moteur.

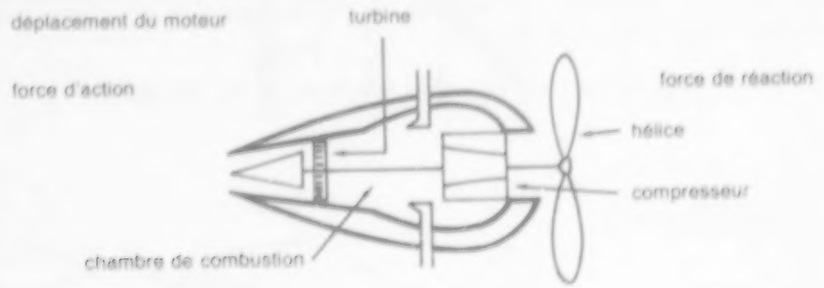


Figure 8.15 Principe de fonctionnement du turbo-propulseur.

Le stato-réacteur

Le stato-réacteur ne comporte aucun organe mobile. Il ne fonctionne que lorsque l'air y pénètre à grande vitesse.

La figure 8.16 illustre schématiquement un stato-réacteur.

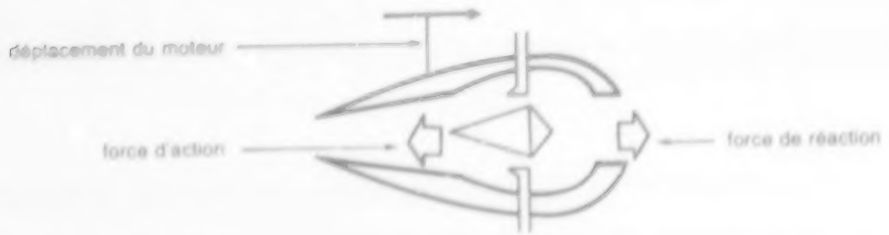


Figure 8.16 Principe de fonctionnement du stato-réacteur.

© Editions Etudes Vivantes, 1986

Le moteur-fusée

Le moteur-fusée transporte avec lui son propre comburant (de l'oxygène), ce qui lui permet de voyager dans le vide des espaces interplanétaires.

La figure 8.17 illustre schématiquement un moteur-fusée.

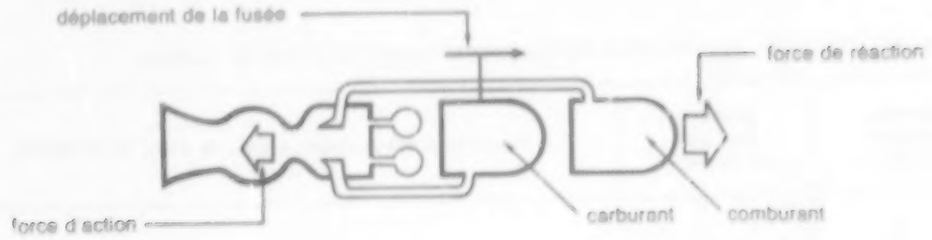


Figure 8.17 Principe de fonctionnement du moteur-fusée.

Le rendement des moteurs

Le tableau 8.1 présente et quantifie les pertes d'énergie qui affectent le fonctionnement d'un moteur à essence classique.

Tableau 8.1 Pertes d'énergie dans un moteur à essence classique.

Énergie nécessaire pour déplacer le véhicule	6 %
Perte d'énergie due au frottement des roues et des organes de transmission	6 %
Perte d'énergie due au frottement à l'intérieur du moteur	6 %
Perte d'énergie due à la résistance de l'eau	8 %
Perte d'énergie due au système de refroidissement du moteur	36 %
Perte d'énergie due au système d'échappement des gaz brûlés	38 %
Énergie fournie par le carburant	100 %

Ce tableau montre clairement que, sur 100 litres d'essence, 6 litres seulement sont utilisés pour déplacer le véhicule et que 94 litres sont perdus à cause du frottement et de la perte de chaleur.

Le tableau 8.2 présente une comparaison entre les rendements de divers types de moteurs.

Tableau 8.2 Rendements comparés de quelques moteurs.

Moteur	Rendement
Moteur à vapeur	8 %
Moteur à essence	25 %
Moteur à turbine	25 à 35 %
Moteur diesel	45 %

© Éditions Études Vivantes, 1986

Les propriétés des matériaux

En complétant le tableau ci-dessous, tu vas pouvoir te remettre en mémoire quels sont les types de matériaux que tu as utilisés pour fabriquer les diverses pièces de ta maquette et tu vas découvrir pour quelles raisons tu as fais ces choix. Pour compléter la deuxième colonne, reporte-toi à la figure A.1 et aux figures E.1, E.2, E.3, E.4, E.5 et E.6.

Tableau 8.3 Propriétés des matériaux utilisés pour fabriquer les pièces du cylindre.

Matériau (classe et nom)	Numéro ou nom de la pièce	Propriétés déterminantes pour le choix du matériau
Bois		
Panneau de fibres (masonite)		Solidité; faible épaisseur; facilité de débitage et de perçage; coût peu élevé
Pin		Légèreté; bois de sciage; travail aisé; bonne tenue; facilité de collage et de vissage
Goujon (pin)		Grande résistance; grand choix de sections; coût peu élevé
Métaux		
Acier		Ténacité; élasticité; ductilité; malléabilité
Cuivre		Ductilité; bonne conduction de l'électricité
Divers		
Fibres de verre		Grande résistance; facilité de moulage; travail aisé; aucune réaction avec l'huile et l'argile; facilité de collage avec la colle blanche
Caoutchouc		Malléabilité; flexibilité; élasticité
Verre		Transparence; état amorphe
Colle blanche		Propreté; coût peu élevé; bonne adhérence des pièces collées

© Éditions Études Vivantes, 1986

Assemblage

Maquette d'un cylindre de moteur à quatre temps

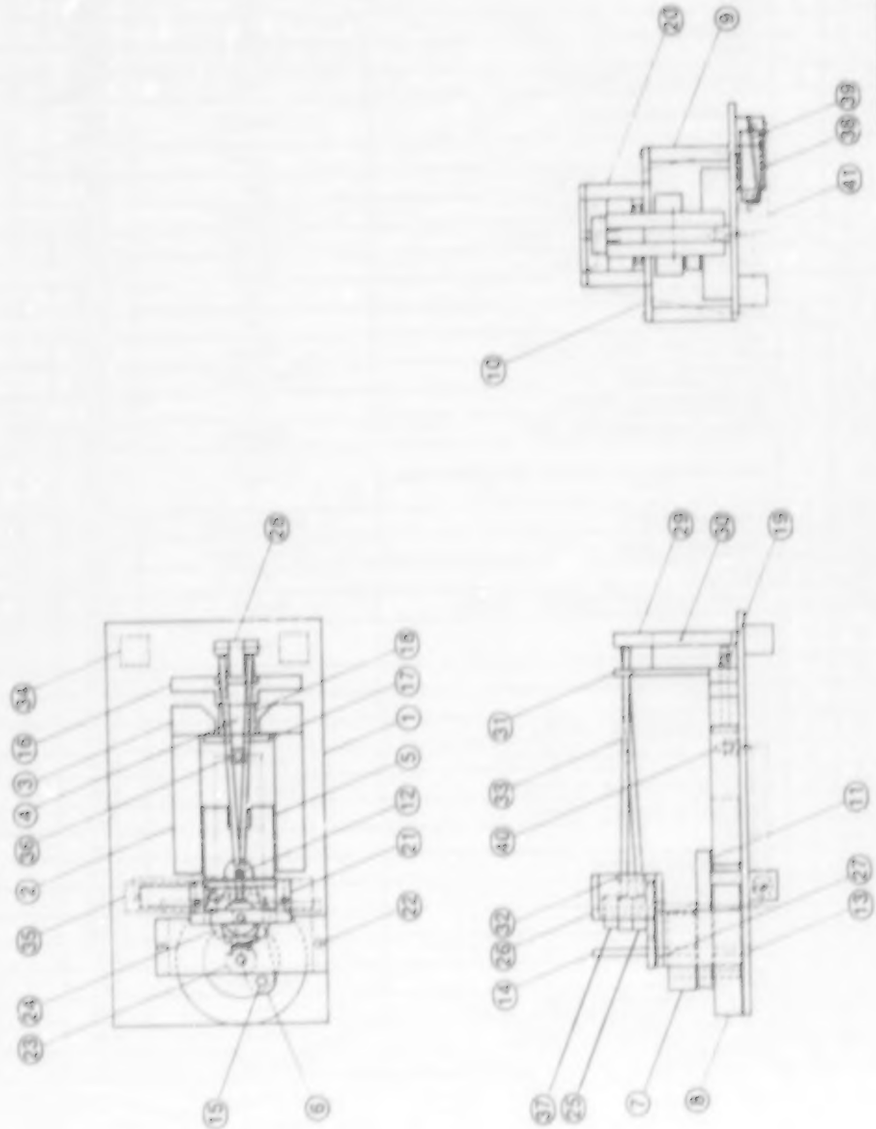


Figure A.1

© Editions Études Vivantes, 1986

Pièces					
N°	Qté	Description	Matériau	Figure	Étape
1	1	Base	Panneau de fibres (masonite)	E.1d	a
2	2	Cylindre	Pin	E.1d	a
3	2	Tête de cylindre	Pin	E.3d	a
4	1	Partie centrale de la tête de cylindre	Pin	E.3d	a
5	1	Piston	Pin	E.1d	a
6	1	Bielle	Pin	E.2d	b
7	1	Vilebrequin	Pin	E.2d	b
8	1	Volant	Pin	E.2d	b
9	2	Supports latéraux inférieurs	Pin	E.2d	b
10	1	Couvercle du vilebrequin	Masonite	E.2d E.4d	b
11	2	Coussinets	Acier	E.2d	b
12	1	Vis à tête ronde (3 × 25 mm)	Acier	E.2d	b
13	1	Axe du volant (6,5 × 25 mm)	Goujon	E.2d	b
14	1	Axe de la manivelle (6,5 × 70 mm)	Goujon	E.2d	b
15	1	Axe commun (6,5 × 90 mm)	Goujon	E.2d	b
16	1	Couvercle des soupapes	Pin	E.3d	c
17	2	Soupapes	Pin	E.3d	c
18	2	Tiges des soupapes (5 × 60 mm)	Goujon	E.3d	c
19	2	Ressorts de compression	Fil à piano	E.3d	c
20	2	Supports latéraux supérieurs	Pin	E.4d	d
21	1	Couvercle des cames et du rotor	Masonite	E.4d	d
22	5	4 vis à tête plate (3 × 15 mm) et une vis à tête ronde	Acier	E.1d E.2d E.4d	d
23	1	Engrenage 12 dents	Fibre de verre	E.4d	d
24	1	Engrenage 24 dents	Fibre de verre	E.4d	d
25	2	Cames	Pin	E.4d	d
26	1	Axe des cames et du rotor (6,5 × 90 mm)	Goujon	E.4d	d
27	4	Coussinets	Acier	E.2d E.4d	d
28	1	Support des culbuteurs	Pin	E.5d	e
29	2	Culbuteurs	Pin	E.5d	e
30	1	Axe des culbuteurs (2 × 30 mm)	Acier	E.5d	e
31	1	Support arrière des tiges de pousseoirs	Masonite	E.5d	e
32	1	Support avant des tiges de poussoirs	Masonite	E.5d	e
33	2	Tiges de poussoirs (5 × 170 mm)	Goujon	E.5d	e
34	3	Pattes	Pin	E.6d	f
35	1	Patte porteuse de la pile	Pin	E.6d	f
36	1	Base de la bougie	Pin	E.6d	f
37	1	Rotor (assemblage)	Pin et cuivre	E.6d	f
38	1	Pile AA (1,5 volt)	—	E.6d	f
39	1	Élastique	Caoutchouc	E.6d	f
40	1	Bougie (mini-ampoule) (1,5 volt)	—	E.6d	f
41	1	Fil de cuivre émaillé (0,5 × 630 mm)	Cuivre	E.6d	f
—	—	Agent de liaison	Colle blanche	—	—

© Éditions Études Vivantes, 1986

GURBAX S. GILL
DEPARTEMENT DE DIDACTIQUE(PPMEP)
FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION
BUR:946
UNIVERSITE LAVAL, STE-FOY(QUEBEC)
G1K 7P4 TEL:656 3789 OU 656 7376

Éditions Études Vivantes

ISBN 2-7607-0277-4